

Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621.9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____
Ю.В.Петраков
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2019р.

Магістерська дисертація на
здобуття ступеня магістра

зі спеціальності **131. Прикладна механіка. Технології машинобудування**

(код і назва спеціальності)

на тему: Зменшення технологічного циклу оброблення при використанні оброблюючих центрів

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи **МТз – 81мп**

(шифр групи)

Сидоренко Дмитро Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник старший викладач Бецко Юрій Михайлович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

(підпис)

Тема: Зменшення технологічного циклу оброблення при використанні оброблюючих центрів.

Реферат.

Сучасне машинобудування характеризується зростаючими вимогами до якості і продуктивності машин, підвищення їх технічного рівня та надійності. Розв'язання цих проблем в значній мірі пов'язано із створенням металорізальних верстатів та оснащення раціональної структури із оптимальними параметрами при одночасному забезпеченні підвищення продуктивності і точності обробки.

Нові широкі функціональні можливості систем ЧПК, їх особливості в порівнянні з раніше застосовуваними ПУ зажадали нового підходу до розробки нових або модернізації існуючих компоновок верстатів, конструкції їх вузлів і механізмів.

На основі узагальнення досвіду експлуатації верстатів з ЧПК встановлено, що якщо при їх впровадженні штучний час обробки скорочується на 50 %, в порівнянні з обробкою на верстатах з ручним управлінням, то, не дивлячись на додаткові витрати, забезпечується загальне скорочення витрат. Найбільший економічний ефект забезпечує обробка заготовок деталей на верстатах з ЧПК, виготовлення яких на верстатах з ручним управлінням зв'язане з використанням дорогого технологічного оснащення (кондукторів, копіїв, фасонних ріжучих інструментів і т. д.), великими витратами часу на наладку технологічної системи, в порівнянні з оперативним часом.

Метою даної роботи є розробка для обраної корпусної деталі декілька варіантів техпроцесів з використанням верстатів з ЧПК з різною компоновкою, проведення розрахунків, які дозволять обрати найбільш ефективний з точки зору мінімальної норми часу на виготовлення корпусної деталі.

Abstract.

Modern mechanical engineering is characterized by increasing requirements for the quality and performance of machines, improving their technical level and reliability. The solution to these problems is largely due to the creation of metal-cutting machines and the equipping of a rational structure with optimal parameters while ensuring productivity and precision in machining.

The new wide functionality of the CNC systems, their features in comparison with the previously used PUs, required a new approach to the development of new or modernization of existing machine tool assemblies, the design of their units and mechanisms.

Based on the generalization of the experience of operating CNC machines, it is established that, if implemented, artificial processing time is reduced by 50%, compared with processing on machines with manual control, then, despite the additional costs, an overall cost reduction is provided. The greatest economic effect is provided by the machining of workpieces on CNC machines, the production of which on machines with manual control is associated with the use of expensive technological equipment (jigs, copiers, shaped cutting tools, etc.), high time to adjust the technological system, compared to operational time.

The purpose of this work is to develop for the selected body part several variants of technological processes using CNC machines with different layout, calculations that will allow you to choose the most effective from the point of view of the minimum time norm for the manufacture of body parts.

Зміст

Вступ.....	
1. Загальні принципи компоновання верстатів з ЧПК.....	
2. Рекомендації по підвищенню ефективності використання, верстатів ЧПК.....	
3. Технологія обробки корпусних деталей на автоматизованих верстатах.....	
4. Складання технологічного процесу обробки корпусних деталей...	
5. Розробка операційної технології.....	
5.1 Розрахунок режимів різання.....	
5.2 Технічне нормування.....	
6. Оцінка спроектованих технологічних процесів.....	
7. Висновки.....	
8. Література.....	

Вступ

Сучасне машинобудування характеризується зростаючими вимогами до якості і продуктивності машин, підвищення їх технічного рівня та надійності. Розв'язання цих проблем в значній мірі пов'язано із створенням металорізальних верстатів та оснащення раціональної структури із оптимальними параметрами при одночасному забезпеченні підвищення продуктивності і точності обробки.

Розробка і впровадження систем ЧПК справили великий вплив на компоновку і конструкцію існуючих верстатів, що оснащуються цими системами управління.

Нові широкі функціональні можливості систем ЧПК, їх особливості в порівнянні з раніше застосовуваними ПК зажадали нового підходу до розробки нових або модернізації існуючих компоновок верстатів, конструкції їх вузлів і механізмів. У багатьох випадках були розроблені і стали застосовуватися оригінальні, раніше рідко або взагалі непріменямим компонування, а також конструкції ряду вузлів і механізмів. Паралельно з цим проводилася розробка і застосування нових регульованих приводних електродвигунів, різних вимірювальних систем, нових конструкцій комплектуючих елементів верстата (підшипників, напрямних, механізмів автоматичної зміни інструментів і заготовок та ін.), нових матеріалів для виготовлення деталей верстата. Все це дозволило значно спростити кінематику верстатів з ЧПК, підвищити їх продуктивність, точність і надійність роботи.

З іншого боку, широкі технологічні можливості верстатів з ЧПК, високий ступінь автоматизації їх роботи ускладнили ці верстати, підвищили їх вартість, зажадали ретельної підготовки обслуговуючого персоналу, розробки більш раціональних систем їх технічного обслуговування і ремонту.

1. Загальні принципи компоновання верстатів з ЧПК.

В даний час мається значне різноманіття компоновок верстатів з ЧПК як для обробки деталей типу тіл обертання, так і для обробки корпусних і плоских деталей. На етапі розробки компоновання закладаються найважливіші показники верстата: точність, продуктивність, надійність, металоємність. Для економії дорогої виробничої площі необхідно робити верстати гранично компактними. Відзначається, що ні якістю конструкції і вибором матеріалів, ні ретельним виготовленням і складанням можна компенсувати збиток, нанесений вибором нераціональної компоновки верстата і невірним визначенням її основних пропорцій.

Компоновання верстата з ЧПК можна визначити як систему розташування його вузлів і напрямних, яка відрізняється структурою, пропорціями і властивостями цієї системи. Компоновання верстата забезпечує виконання всіх формотворчих і допоміжних рухів і має блокову структуру, що складається узагальнено з одного стаціонарного та кількох рухомих блоків, розділених лінійними або круговими напрямними.

Наприклад, компоновка верстата впливає на його точність через: пружні деформації базових деталей і вузлів в залежності від їх маси, розмірів, конструктивної форми, взаємного розташування, вилетів рухомих деталей і вузлів і зміни цих вильтів;

знос направляючих, що залежить від схеми розташування, розмірів і типів направляючих, розташування навантажуються елементів щодо робочої зони верстата;

температурні деформації базових та інших деталей і вузлів верстата, що призводить до відносного лінійному зміщення вузлів верстата, що несуть заготовку і різальний інструмент, а також до їх кутовим поворотам. Величина, характер і напрям дії температурних деформацій в значній мірі визначаються розміщенням на верстаті тепловиділяючих вузлів і одержуваної надлишкової температурою їх нагрівання.

Від компоновання залежать динамічна жорсткість пружної механічної системи верстата і запас стійкості, рівень частот власних коливань, характер цих коливань і ін. Важливіми елементами в компонованні верстата є його базові деталі (станини, стійки, колони та ін.). Від їх компоновання и конструкції залежався точність, жорсткість, металоємність и інші характеристики верстата. Так, для підвищення жорсткості базові та корпусні деталі багатьох сучасних верстатів з ЧПК роблять зваренімі з товстолістової сталі з великою кількістю ребер.

Застосування зварних корпусних деталей замість литих дозволяє:

- ліквідувати небезпеку шлюбу в важких відливаннях і знизити трудомісткість робіт при необхідності виправлення цього шлюбу;
- знизити трудомісткість механічної обробки за рахунок зменшення припусків на зварні деталі в порівнянні з литими;
- збільшити жорсткість зварних корпусних деталей при одночасному зниженні їх металоємності завдяки застосуванню при зварюванні великої номенклатури профілів жорсткого перетину. Жорсткість вигину і крутіння зварних деталей по відношенню до литим часто збільшується в 2,5-3 рази;
- відмовитися від традиційних методів конструювання зварних корпусних деталей по аналогії з литими, а саме: спростити форми самої деталі і її елементів; провести уніфікацію складових елементів; створити їх розмірні ряди і застосовувати уніфіковані елементи для проектування зварних корпусних деталей верстатів.

Однак необхідно враховувати, що в деяких випадках створення зварних корпусних деталей є більш трудомістким, особливо якщо ці деталі мають складну конфігурацію і утруднюється уніфікація складових елементів, що зварюються. Крім того, литі корпусні деталі з чавуну часто мають кращу виброустойчивість і стабільність форми. Всі корпусні зварні деталі для зняття внутрішніх напружень необхідно піддавати відпалу.

Поряд з литими і звареними базовими деталями з чавуну і сталі, в сучасних верстатах з ЧПК застосовують базові деталі з композиційних матеріалів, зокрема з сінтеграна. Це композиційний матеріал на основі наповнювача у вигляді крихти граніту і полімерного (епоксидного) сполучного компонента холодного затвердіння в кількості до 10%.

Сінтегран в порівнянні з чавуном має наступні основні переваги: в 4-5 разів вище демпфуюча здатність; мінімальні внутрішні напруження в виливках і, відповідно, підвищена стабільність розмірів у часі; в десятки разів нижче теплопровідність і, відповідно, мала чутливість деталей з сінтеграна до перепаду температур; висока корозійна стійкість; менша трудомісткість виготовлення виливків.

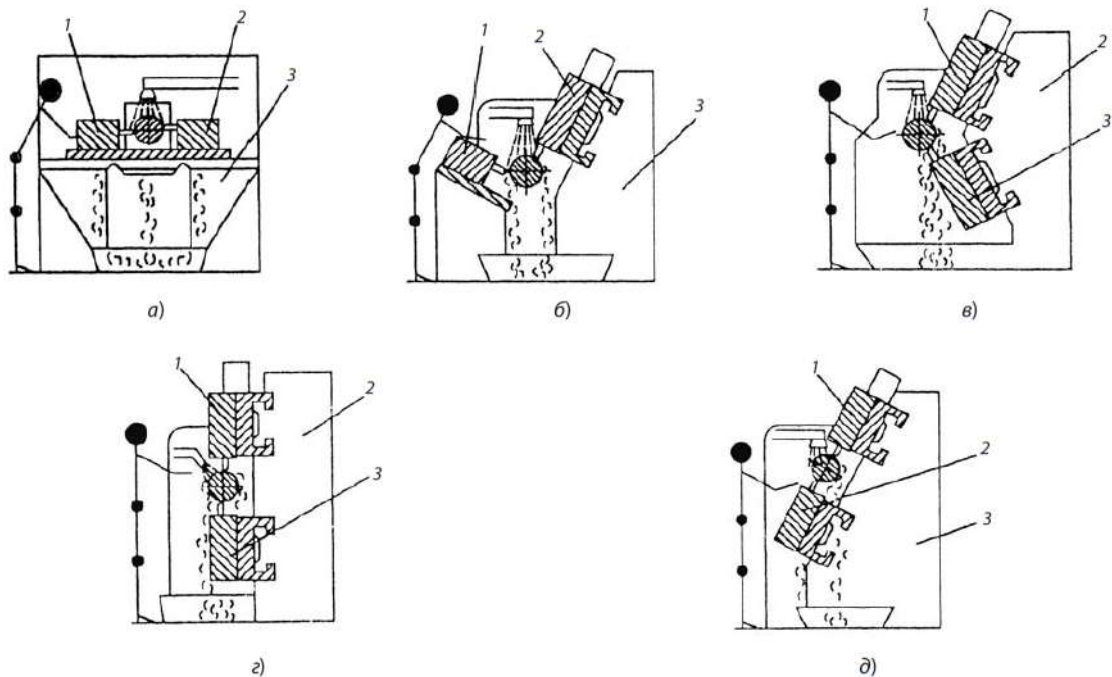


Рис. 1.1. Варіанти компоновок станини і супортів в токарних верстатах:

а - горизонтальна; б - двостороння похила;

в - похила з розташуванням одного супорта в нижній частині станини;

г - вертикальна; д - похила з розташуванням супортів паралельно один одному

На рис. 1.1 схематично показані застосовувані варіанти компоновок станин 3 і супортів 1 і 2 на токарних верстатах, в тому числі з ЧПК. Компонування розрізняються одержуваними габаритними розмірами, зручністю доступу оператора і наладчика до робочої зони та ріжучим інструментам, схемою сприйняття сил різання напрямними супортів, відведенням стружки та ін. В сучасних токарних верстатах з ЧПК поряд з варіантом, показаним на рис. 1.1, а, широке застосування отримала компоновка, показана на рис. 1.1, д. При такому компонуванні є зручний доступ оператора до патрона шпинделя для установки заготовки, до задньої бабки і до revolverної голівці з інструментами. При цьому дані токарні верстати з ЧПК випускаються як з однієї, так і з двома revolverними головками. Деякі фірми випускають токарні верстати з ЧПУ з трьома revolverними головками, з протівощпинделем, а також мають інші компонування.

Важливе значення має правильна компоновка окремих вузлів верстата з ЧПК (шпиндельної бабки, приводів подач і ін.). В сучасних багатоцільових верстатах застосовується як вертикальна, так і горизонтальна компоновка шпинделя. У верстатах з горизонтальною компонуванням шпинделя знаходить широке застосування аочна

конструкція колони, в центральному отворі якої переміщується шпиндельна бабка (рис. 1.2, а). Така компоновка запобігає скручуванню колони при навантаженні вздовж осі шпинделя, що спостерігалось при старому консольному розташуванні шпиндельної бабки (рис. 1.2, б). Крім того, при такій термосиметричній компоновці знижується вплив температурних деформацій колони на точність верстата за рахунок рівномірного нагрівання її лівої і правої сторін. При консольному розташуванні шпиндельної бабки мали місце нерівномірні температурні деформації, які приводили до значних відхилень осі шпинделя.

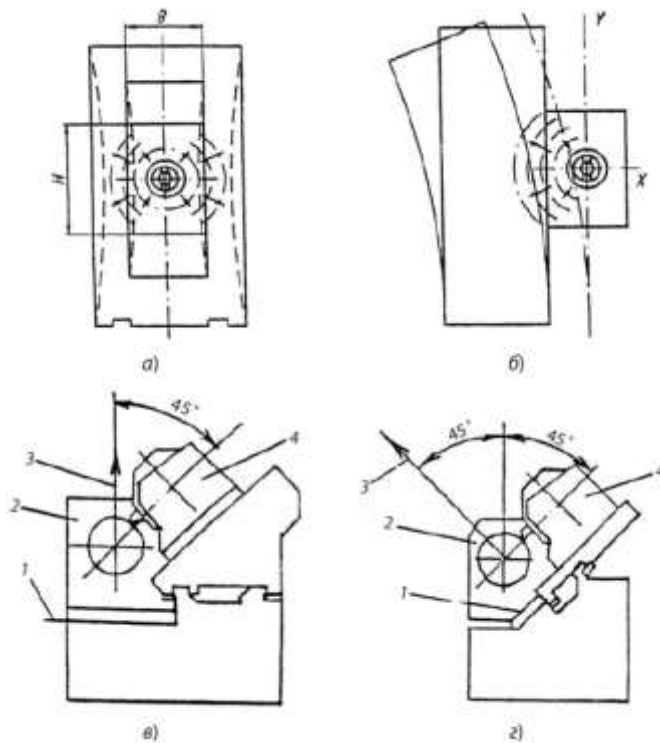


Рис. 1.2. Види компоновок шпиндельних бабок на багатоцільових і токарних верстатах з ЧПК: а - з центральним розташуванням в колоні; б - консольна; в - з кріпленням на горизонтальній площині; г - на похилій площині.

Умови переміщення шпиндельної бабки в центральній частині колони верстата з точки зору зносу напрямних можуть бути поліпшені за рахунок збільшення її висоти H по відношенню до ширини B порівняно з конструкцією, де ці розміри однакові (див. Рис. 1.2, а).

На рис. 1.2, в і г показані різні варіанти компоновки і кріплення шпиндельної бабки в токарних верстатах з ЧПУ, в результаті чого виходять різні напрямки і величини зміщення шпинделя через температурних деформацій.

При кріпленні шпиндельної бабки 2 (див. Рис. 1.2, в) на станині на горизонтальній площині 1 зсув шпинделя через температурних деформацій щодо

різального інструменту, встановленого в револьверної голівці 4, відбувається у вертикальному напрямку 3. При кріпленні шпиндельної бабки 2 на станині на похилій поверхні 1 (див. рис. 1.2, г) відхилення шпинделя відбувається вже під кутом до вертикалі в напрямку 3 і похибка виготовлення деталі виходить менше.

Різні величини відносного зміщення шпинделя і супорта токарного верстата з ЧПК через температурних деформацій можуть виходити при різній компоновці приводу поздовжньої подачі (рис. 1.3).

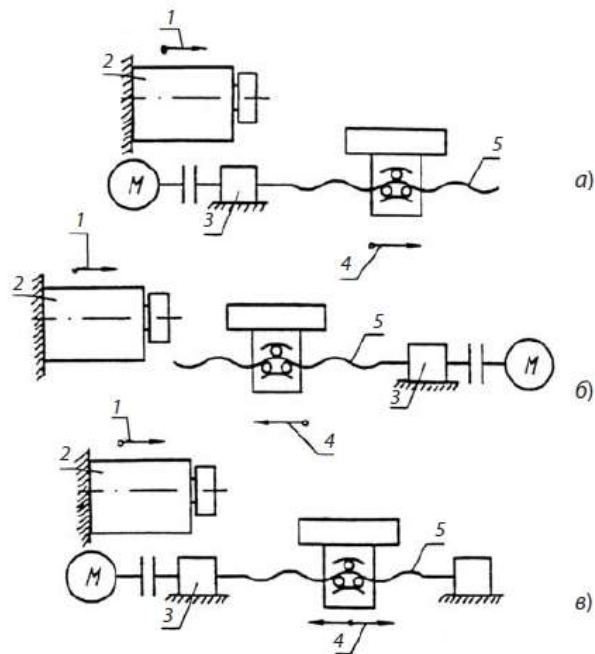


Рис. 1.3. Види компоновок приводу поздовжньої подачі супорта токарного верстата з ЧПК:

а - з лівим розташуванням приводного електродвигуна;

б - з правим розташуванням приводного електродвигуна;

в - з жорстким закріпленням двох опор гвинта

При першому варіанті (рис. 1.3, а) зміщення шпиндельної бабки 2 зі шпинделем відбувається в напрямку 1, а ходового гвинта 5, що має приводний електродвигун і підшипникову опору 3 з лівого боку, в напрямку 4. В результаті ці зсуви збігаються за напрямком і накладаються один на одного, що зменшує похибка виготовлення деталі. При другому варіанті (рис. 1.3, б) зміщення шпиндельної бабки 2 зі шпинделем і ходового гвинта 5 відбувається вже в різних напрямках 1 і 4, в результаті ці зміщення підсумовуються, що збільшує похибку виготовлення деталі. При

третьому варіанті (рис. 1.3, в) ходовий гвинт встановлений в двох нерухомих опорах 3 і попередньо розтягнутий. В результаті при нагріванні температурні деформації ходового гвинта не впливають на точність виготовлення деталі.

Зміна положення центра ваги вузла верстата (зміна вильоту маси), а також вильоту точки докладання зусиль різання є причиною так званої перевалки вузла верстата при його неправильної компонованні. Зниження або виключення перевалки вузла верстата досягається поряд із застосуванням напрямних кочення з попереднім натягом і гідростатичних напрямних замкнутого типу також відповідної компонованням і конструкцією столу, санчат і їх приводу, наприклад центральним розташуванням ходового гвинта 2 санчат 1 серед напрямних, коли його вісь перебуває в одній вертикальній площині з віссю шпинделя 3 (рис. 1.4, а). Це дозволяє практично виключити можливість перевалки санчат із заготівлею в горизонтальній площині під дією сил різання через зазори і пружних деформацій їх направляють. Останнє має місце при іншій компонованні, коли вісь ходового гвинта 2 санчат 1 і вісь шпинделя 3 знаходяться в різних вертикальних площинах. (Рис. 1.4, б).

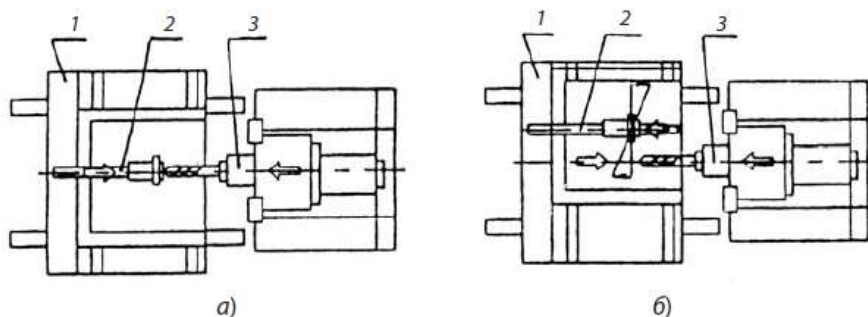


Рис. 1.4. Компоновання верстата з ЧПК з центральним (а) і зміщеним (б) розташуванням ходового гвинта приводу поперечної подачі санчат

В даний час набуває широкого застосування модульний принцип побудови і виготовлення верстатів з ЧПК і верстатних систем.

Під модулем в цьому випадку розуміється конструктивно і функціонально закінчена одиниця, яка є складовою частиною верстата з ЧПК і верстатної системи.

Все більша кількість вузлів і механізмів верстата з ЧПК (вузол шпинделя, направляючі, передача ходовий гвинт-гайка, револьверні головки, пристрої ЧПК, вимірювальні перетворювачі, приводні електродвигуни та ін.) Стали практично повністю або частково незалежні від конструкції і іноді навіть типу верстата, і їх

необхідні типорозміри стали централізовано розроблятися і випускатися різними спеціалізованими фірмами.

При застосуванні модульного принципу конструктор, вирішуючи завдання розробки конкретного верстата, вибирає потрібні йому готові вузли і механізми з каталогів і проектує самостійно тільки, по суті, загальне компоновання і базові вузли верстата (станину, колону, корпусу шпиндельної бабки, супортів і інші корпусні деталі). Це схоже на дитячу гру «Лего», коли з окремих модулів збирається будь-яка бажана компоновка і конструкція різних виробів. При цьому конструктор вибирає модулі тих фірм, які він вважає потрібними сам або які його попросить замовник верстата.

На сьогоднішній день при використанні модульного принципу побудови верстатів з ЧПК існує два напрямки: перший напрямок виробництво різних модифікацій верстата з ЧПК на основі однієї його базової моделі і самостійно розроблених цією ж фірмою ряду різних уніфікованих основних вузлів і механізмів (рис. 1.5, а). Іншим прикладом є багатоцільові верстати з ЧПК з горизонтальною компонованням шпинделя фірми Graffenstaden (Франція), різні модифікації яких можна створювати з гами модулів, розроблених і виготовлених даною фірмою (рис. 1.5, б). У міру збільшення централізованої розробки і виготовлення все більшої різноманітності уніфікованих і нормалізованих вузлів і механізмів верстатів з ЧПК спеціалізованими фірмами більш перспективним стає другий напрямок використання модульного принципу, коли при розробці та виготовленні конкретних верстатів з ЧПК в максимальному ступені застосовуються готові модулі більшості вузлів і механізмів верстатів з ЧПК.

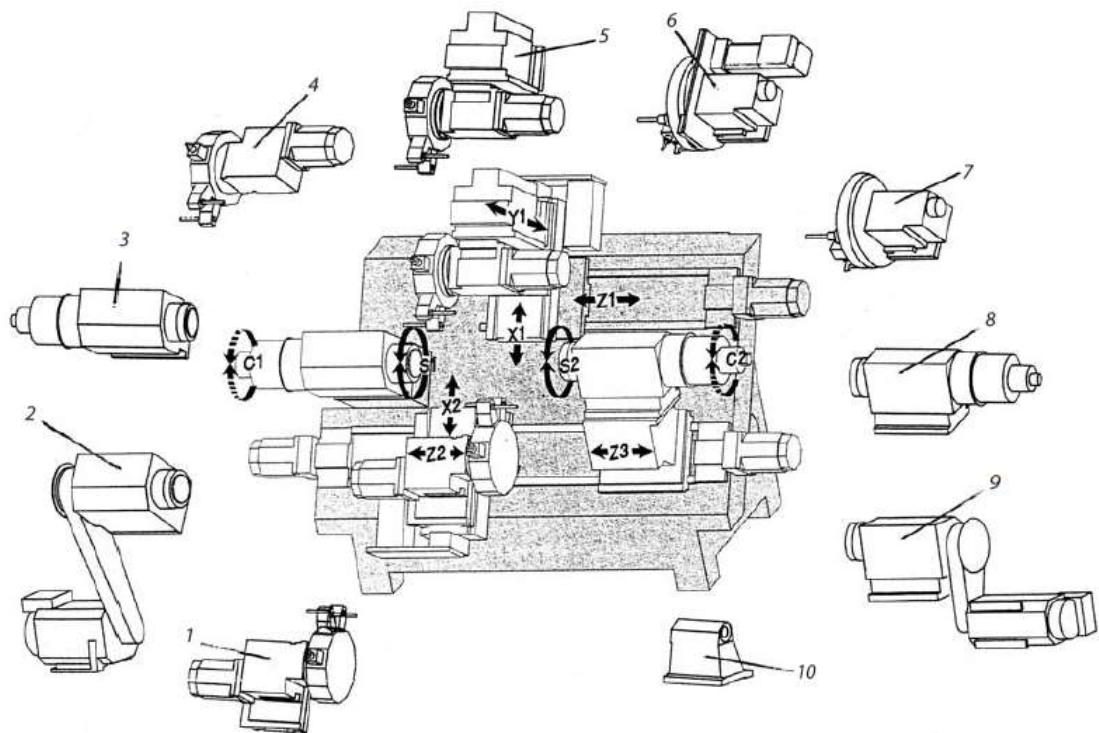


Рис. 1.5. Модульний принцип побудови верстатів з ЧПК:

а - токарного багатоцільового верстата з ЧПУ фірми Schaublin (Швейцарія)

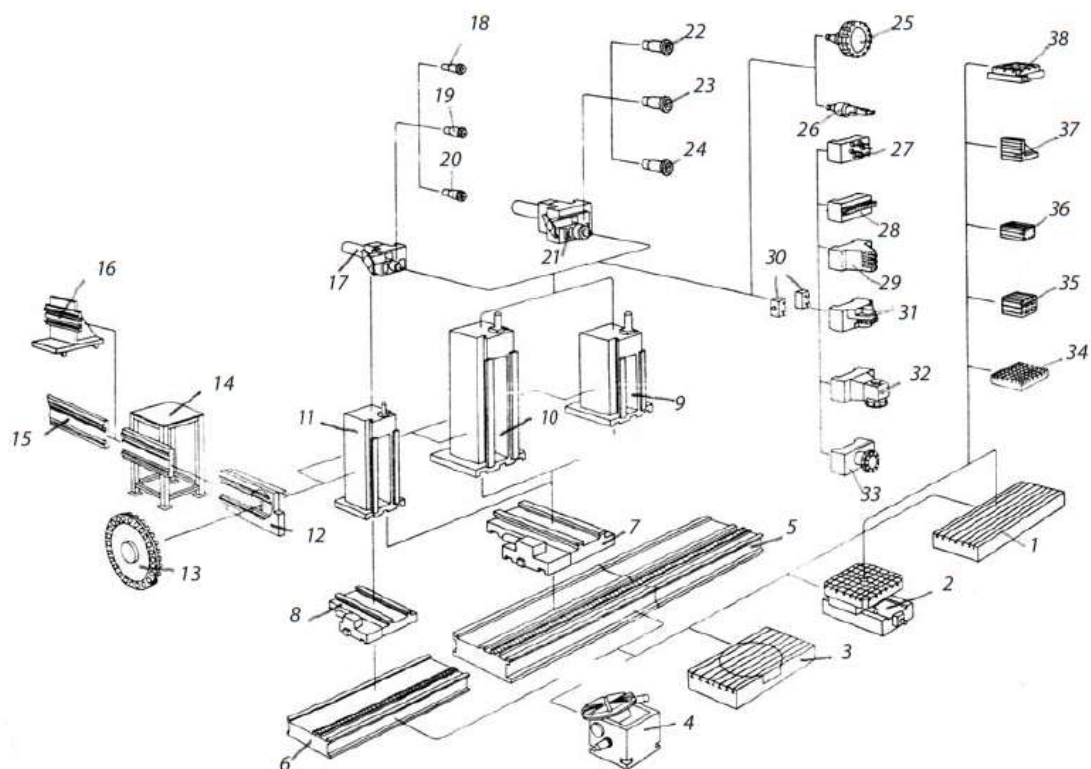


Рис. 1.5. Модульний принцип побудови верстатів з ЧПК:

б - багатоцільового верстата з ЧПК фірми Graff enstaden (Франція)

Застосування модульного принципу побудови верстатів з ЧПК по першому і, особливо, за другим напрямом дозволяє:

скоротити час розробки, проектування і виготовлення верстатів для обробки встановленої номенклатури заготовок з отриманням заданих технічних і технологічних характеристик;

знизити вартість металорізальних верстатів. Створені на модульному принципі верстати не мають надлишковими функціями, тому вони економічніше верстатів з універсальними можливостями;

збільшити надійність роботи верстата за рахунок отрабованности входять до нього модулів і найбільшої відповідності даної конструкції модулів виконуваної завданню;

підвищити точність верстата. Фірма, яка професійно займається випуском конкретного модуля, якісніше, швидше і дешевше виготовить даний модуль;

підвищити переналажіваети верстатів за рахунок можливості їх швидшої компонування за наявності готових вузлів і механізмів;

поліпшити умови експлуатації та ремонтпридатність за рахунок зменшення різноманітності конструкцій модулів і складових їх елементів.

2. Рекомендації по підвищенню ефективності використання, верстатів ЧПК

На основі узагальнення досвіду експлуатації верстатів з ЧПК встановлено, що якщо при їх впровадженні штучний час обробки скорочується на 50 %, в порівнянні з обробкою на верстатах з ручним управлінням, то, не дивлячись на додаткові витрати, забезпечується загальне скорочення витрат. Найбільший економічний ефект забезпечує обробка заготовок деталей на верстатах з ЧПК, виготовлення яких на верстатах з ручним управлінням зв'язане з використанням дорогого технологічного оснащення (кондукторів, копіїв, фасонних ріжучих інструментів і т. д.), великими витратами часу на наладку технологічної системи, в порівнянні з оперативним часом.

На верстатах з ЧПК доцільно виготовляти деталі складної конфігурації, при обробці яких потрібне одночасне переміщення робочих органів верстата після декількох осей координат(контурна обробка), деталі з великим числом переходів обробки(ефект забезпечується в тому числі із-за зменшення браку). На верстатах з ЧПК досить легко і з меншими витратами можна відкорегувати програму управління, тому на цьому устаткуванні можна виготовляти деталі, конструкція яких часто міняється. На цих верстатах можуть працювати оператори нижчої кваліфікації, ніж на універсальних верстатах з ручним управлінням. Для верстатів з ЧПК розроблені рекомендації по підвищенню ефективності їх використання, що враховують особливості конструкції верстатів і пристроїв ЧПК.

Найбільш загальні рекомендації такі:

1. Доцільно використовувати багатомісні пристосування, що забезпечують обробку декількох однакових або різних по конструкції деталей,
2. На верстатах з ЧПК слід застосовувати проміжні плити з точно обробленими отворами або пазами, що скорочує час наладки і переналадки устаткування на нову деталь; крім того, це оберігає від зношування робочі поверхні столу і так далі,
3. Необхідно враховувати час позиціонування, зміни інструменту, повороту столу, що дозволить правильно призначати послідовність обробки отворів (з врахуванням реальних витрат часу, одним інструментом обробляють ряд отворів одного діаметру або кожен отвір обробляють повністю із зміною інструменту),
4. Рекомендується, коли це можливо, спочатку виконувати переходи, що вимагають найбільшої частоти обертання шпинделя (наприклад, спочатку доцільно

свердлити отвір малого, а потім великого діаметру); слід уникати частих стрибкоподібних змін частот обертання шпинделя,

5. Оскільки верстати з ЧПК дороги, то слідує, по можливості, використовувати найдосконаліші інструменти і призначати інтенсивні режими обробки. Доцільно застосовувати інструменти із змінними пластинами з покриттям (у тому числі і для свердління і розгортання), інструмент, оснащений композитами,

Комбінований інструмент дозволяє зменшити витрати часу на зміну інструменту, позиціонування столу і т. д., при цьому зменшується число інструментів, необхідне для обробки поверхонь деталі, і потрібне число гнізд в інструментальному магазині.

6. На верстатах з ЧПК слід використовувати інструмент точного виконання, невеликої довжини, оскільки при цьому вище режими обробки, точність, стійкість і надійність інструменту. Весь інструмент необхідно налагоджувати поза верстатом,

7. На верстаті слід користуватися пристроєм для контролю стану ріжучої кромки. Стан інструменту, використовуваного на фінішних переходах, необхідно контролювати з метою оперативної його підналадки в процесі обробки; з цією ж метою можна контролювати точність обробки деталі.

8. В деяких випадках доцільно застосовувати багатошпіндельні пристосування і голівки або столи, що дозволяють, наприклад, на верстаті з горизонтальним шпинделем обробляти поверхні, розташовані довільним чином відносно основної бази деталі. Загальна рекомендація при використанні дорогих верстатів з ЧПУ – не можна економити час на технологічні розробки, вибір оптимальних режимів різання, технологічного оснащення. Широке вживання сучасних високоякісних інструментів всіляких пристосувань, пристроїв контролю, діагностики, автоматичного завантаження верстатів дозволяє істотно підвищити ефективність використання верстатів ЧПК.

Ефективність роботи верстатів з ЧПК може бути забезпечена лише при вживанні раціональної системи технічного обслуговування. Протягом місяця після здачі в експлуатацію верстат з ЧПК повинен працювати з середнім навантаженням і на середніх частотах обертання і подачах. Приблизно через 200 ч роботи слід зупинити верстат і, виробивши його огляд і промивання, заповнити всі резервуари, картери і індивідуальні змащувальні крапки свіжим змащувальним матеріалом. З цієї миті верстати з ЧПК обслуговуються по графіку.

Верстати з ЧПК, незалежно від класу точності, повинні використовуватися лише для робіт, обмежених технологічним призначенням верстата, допустимими навантаженнями, розмірами фрез, свердел і так далі. Заготовки, що підлягають чистовій обробці на верстатах з ЧПК, не повинні мати іржі, окалини, пригарів формувальної землі. Базы заготовок, що підлягають обробці на прецизійних верстатах з ЧПК, мають бути заздалегідь чисто оброблені.

Верстати з ЧПК високого класу точності не слід використовувати для обробки деталей, які по точності, заданій кресленням, можуть бути оброблені на верстатах нижчого класу точності. Попередню обробку отворів, що підлягають розточуванню на координатно-розточувальних верстатах з ЧПК, слід проводити на свердлувальних, фрезерних і розточувальних верстатах нормальної точності із залишенням необхідного припуску під подальшу обробку.

Деталі, що обробляються безпосередньо на столах координатно-розточувальних верстатів з ЧПК, слід встановлювати на спеціальні мірні, загартовані, шліфовані і доведені прокладки завтовшки не менше 25 мм. Перед установкою заготовки стіл, прокладки і бази заготовки мають бути перевірені і ретельно протерті. Для запобігання передчасному зношуванню тих, що направляють або утворенню задирів на них, зношування шпиндельних підшипників забороняється на верстатах з ЧПК встановлювати заготовки, маса яких вища, ніж вказано в паспорті верстата. Для забезпечення рівномірного зношування столів рекомендується невеликі заготовки закріплювати на різних ділянках столу.

На координатно-розточувальних верстатах з ЧПК не слід обробляти заготовки, габарити яких перевищують допустимі. Особливо небажана обробка заготовок на одностосечних верстатах, ширина яких перевищує ширину столу, нерівномірно розташованих (тобто зміщених в один бік) на столі.

Не допускається надмірне затягування гайок кріплення заготовки, розміщення заготовки, деталі і інструменту на столах і направляючих верстатів. Не допускається робота на верстатах з ЧПК затупівшимся інструментом і інструментом із зламаними ріжучими лезами.

В інструментів, що закріплюються на шпинделях і револьверних голівках верстатів, необхідно щодня перевіряти стан поверхонь хвостовиків. Збереження первинної точності верстатів з ЧПК вимагає їх періодичного регулювання.

Профілактичне регулювання виконується за даними щоденних і періодичних оглядів і перевірок геометричної і кінематичної точності верстатів з ЧПК в роботі.

Конструктивні рішення, що забезпечують збереження точності, різні. Зазвичай в конструкції передбачені наступні регулювання, що визначають точність верстатів: відновлення прямолінійності переміщень столів, кареток, супортів, санчат, траверс і шпиндельних бабок; усунення зазорів в санчатах і столах; компенсація зазорів в ланцюгах, що зв'язують рух шпинделя з переміщеннями столу; усунення осьового і радіального биття шпинделів; усунення зазорів в гвинтових парах і так далі.

3. Технологія обробки корпусних деталей на автоматизованих верстатах.

3.1 Багатоцільові верстати

Високопродуктивні металорізальні верстати типу багатоцільових, що здійснюють за програмою автоматичну зміну оброблюваних заготовок та різального інструменту, дозволяють автоматично робити з однієї установки практично повну обробку корпусної деталі з 4-5 боків. Наявність на верстатах багатоінструментальних магазинів з широким набором різального інструменту дає можливість автоматично виконувати на одній або декількох робочих позиціях з однієї установки заготовки різні технологічні переходи з обробки плоских та фасонних поверхонь, з обробки головних та кріпильних отворів, з нарізування різьб та отриманню необхідних пазів та виточок.

При цьому можна виконувати такі роботи, як фрезерування плоских поверхонь та фрезерування за контуром, координатне свердління, розточування, нарізування різьби. Управління верстатом здійснюється за програмою, що надходить з ЕОМ. Зміна програми відбувається протягом 1,5 - 4 хв.

Базування заготовок на багатоцільових верстатах відбувається на столі верстата або у пристосуваннях простого типу без направляючих втулок для інструменту.

Для обробки заготовки з різних боків на багатоцільових верстатах застосовують точні поворотні столи, що дозволяють за програмою обертати заготовки на необхідний кут.

З метою підвищення ефективності використання верстата у ряді випадків застосовують змінні столи або супутники, що дозволяє встановлювати заготовку у процесі обробки, сумістив тим самим основні та допоміжні переходи у часі. Багатоцільові верстати мають різноманітні компоновки з одним або декількома шпинделями, багатопозиційними револьверними головками та магазинами, які містять від 30 до 100 різних різальних інструментів. Зміна інструмента у шпинделі у процесі технологічного процесу відбуваються автоматично протягом 4 - 6 с. Використання одного такого верстату дозволяє замінити декілька фрезерних, свердлильних та розточувальних верстатів, при цьому значно підвищується продуктивність за рахунок скорочення допоміжного часу в результаті автоматизації циклу обробки та автоматичної зміни різального інструменту та заготовки.

3.2 Агрегатні верстати

Агрегатні верстати застосовуються для забезпечення високої продуктивності в умовах масового, багатосерійного та серійного виробництва для обробки 53 складних і трудомістких деталей: блоків циліндрів двигунів, коробок швидкостей, корпусів насосів та ін. Їх komponують із уніфікованих вузлів відповідно до маршруту обробки. Строк окупності агрегатних верстатів складає 1-3 роки.

Агрегатні верстати застосовуються для свердління, зенкерування, розточування отворів, нарізання різьби, розкочування, цеківки, знімання фасок, фрезерування площин, шпонкових пазів та ін. Підвищення продуктивності на агрегатних верстатах досягається за рахунок концентрації переходів шляхом застосування багатошпиндельної та багатосторонньої обробки.

Агрегатні верстати об'єднуються в автоматичні лінії із застосуванням транспортних і завантажувальних пристроїв. Агрегатні верстати складаються зі станини, силових головок, нерухомого або поворотного стола для установалення обладнань та закріплення на ньому оброблюваної заготовки та засобів управління.

Компоновка верстатів із нормалізованих вузлів дозволяє здійснювати швидко переналаштування при зміні об'єкта обробки. В останні роки агрегатні верстати стали оснащувати програмованими пристроями. Послідовність формування технологічних показників деталей при обробці заготовок на агрегатних верстатах визначається наступними принципами побудови технологічних процесів:

1. Принцип найкоротшого маршруту обробки, який полягає у тому, що обробка кожної поверхні повинна відбуватися за мінімальної кількості технологічних переходів та операцій.

2. Принцип сумісності послідовного виконання технологічних переходів при обробці однієї і тієї самої поверхні, який полягає у тому, що значення показників якості на вході кожного наступного переходу (операції) повинні дорівнювати значенням тих самих показників на виході попереднього переходу.

3. Принцип уточнення заготовки в процесі обробки полягає у тому, що кожний наступний перехід (операція) повинен бути точніше попереднього.

4. Економічний принцип побудови технологічного процесу полягає в мінімізації затрат живої та суспільної праці для заданого об'єму випуску виробів та умов виробництва. Продуктивність обробки агрегатних верстатів порівняно з універсальним обладнанням збільшується у десятки разів. У масовому виробництві

скорочення затрат на виконання технологічного процесу механічної обробки та підвищення продуктивності праці досягається об'єднанням агрегатних верстатів і автоматичних ліній в єдину транспортну систему, а також створення автоматизованих ділянок, цехів та заводів. У серійному виробництві найбільш прогресивним є створення інтегрованих систем, що являють собою сукупність верстатів з ЧПУ (в тому числі оброблюваних центрів), які зв'язані загальною транспортною системою і мають пристрої для автоматичного контролю, міжопераційні склади – накопичувачі, пристрої для орієнтації та закріплення заготовок на верстатах і їх зміни. Весь комплекс обладнання інтегрованої системи управляється від загальної ЕОМ за заданою програмою.

3.3 Верстати з ЧПК

Верстати з ЧПУ за своїми технологічними можливостями поділяють на три групи.

1. Верстати фрезерної групи призначені для обробки складних контурів корпусних деталей, шаблонів, штампів та ін. Вони здійснюють комплексну обробку, включаючи операції фрезерування, розточування та свердління.
2. Верстати свердлильно-розточувальної групи виконують свердління, зенкерування, розвертання та розточування.
3. Верстати токарної групи оброблюють деталі тіл обертання з прямолінійними та криволінійними контурами, розточують складні внутрішні об'єми порожнини, нарізають зовнішні та внутрішні різьби. Згідно з ГОСТ 21609-82Е, ГОСТ 21610-82Е, ГОСТ 21613-82Е верстатобудівною промисловістю випускаються такі типи верстатів з ЧПК:

1. Токарної групи – токарно-гвинторізні, токарно-револьверні, лоботокарні, токарно-карусельні, одно-та двостоякові з різним числом супортів.
2. Фрезерної групи – консольно-фрезерні горизонтальні та вертикальні; вертикально-фрезерні, консольні з хрестовим столом; поздовжньо-фрезерні вертикальні двостоякові з вертикальною бабкою, з поворотним пересувним і не пересувним столом.
3. Вертикально-розточувальної групи – вертикально-свердлильні одностоякові з хрестовим столом і револьверною головкою, двостоякові з револьверною головкою; горизонтально-розточувальні з непересувним переднім

стояком і хрестовим столом, з поздовжньо-пересувним стояком і поперечнопересувним поворотним столом, а також з поздовжньо- та поперечнопересувним стояком.

З досвіду експлуатації верстатів з ЧПК відомо, що при обробці одних деталей їхня ефективність є достатньо високою, а при обробці інших – незначною. Таким чином, ефективність використання верстатів з ЧПК залежить від конструктивних і технологічних особливостей. Основна особливість фрезерних верстатів з ЧПК – автоматизація всіх формоутворюючих та допоміжних рухів і зміна інструмента, режимів різання, корекція положення інструменту тощо.

Для високопродуктивного процесу фрезерування площини на фрезерних верстатах з ЧПК застосовують пальцеві циліндричні, пальцеві сферичні, торцеві та дискові фрези. При базуванні заготовок на фрезерних верстатах з ЧПК необхідно у всіх випадках позбавляти їх усіх ступенів вільності відносно нульової точки.

Базування повинно забезпечити однозначне положення заготовки на верстаті при обробці всіх її поверхонь. Бажано забезпечити принцип сполучення баз. При обробці площин, розташованих під кутом, застосовують кутові плити з постій- 55 ним кутом 90° або універсальні, що допускають поворот на будь який кут навколо однієї або двох осей.

Для закріплення деталей застосовують лещата різних конструкцій: прості неповоротні, поворотні навколо однієї або двох осей та спеціальні з ручним, пневматичним, гідравлічним або пневмогідравлічним приводом.

Залежно від конфігурації отворів допустимої точності, форми та взаємного розташування осей обробку їх на верстатах з ЧПК свердлильно-розточувальної групи виконують за визначеним набором технологічних переходів. Кожному технологічному набору переходів відповідає певний набір інструментів.

Якщо число позицій на верстаті менше числа потрібної кількості інструментів, то застосовують комбіновані інструменти або обробку розбивають на дві операції. Під час обробки корпусних деталей з великою кількістю отворів можливі два варіанти обробки: паралельна, коли всі отвори спочатку оброблюються одним інструментом, а потім виконується його заміна і цикл повторюється, та послідовна, коли кожний отвір оброблюється потрібним набором інструментів згідно з технологічною схемою, після чого виконується позиціонування для обробки наступного отвору. Технологічні переходи обробки отворів виконуються за типовими схемами.

3.4 Вимоги до технологічності корпусних деталей та заготовок що обробляються на автоматизованих верстатах

При розробці технологічного процесу виготовлення корпусної деталі необхідно проаналізувати конструкцію корпусної деталі з точки зору її технологічності та особливостей обробки на автоматизованих системах. Найбільш технологічною вважають конструкцію корпусної деталі, яка відповідає наступним вимогам:

- наявність зручних технологічних баз, які забезпечують потрібну орієнтацію та надійне кріплення заготовки на верстаті при можливості обробки її з декількох сторін та вільного підводу інструменту до оброблюваних поверхонь;
- простота геометричної форми заготовки, що дозволяє обробляти більшість її поверхонь з однієї установки;
- зовнішні поверхні деталі повинні мати відкриту форму, що забезпечує можливість обробки напрохід у напрямку подачі; - оброблювані поверхні приливів та платиків на відповідних зовнішніх сторонах бажано розташовувати в одній площині;
- у конструкції деталі необхідно вилучати оброблювані поверхні похилого розташування, ділянки фасонного профілю, складні уступи та пази, які переривають плоскі поверхні та отвори;
- головні отвори, які вимагають високої точності, необхідно робити наскрізними з мінімальною кількістю ступіней, що дозволяє виконувати обробку напрохід меншою кількістю інструментів;
- отвори, які розташовані на одній осі у протилежних стінках, бажано виконувати одного діаметра;
- при наявності на одній осі декількох отворів їх діаметральні розміри повинні зменшуватися від зовнішньої стінки до середини деталі; найбільш точні отвори бажано розташовувати на зовнішніх стінках;
- отвори необхідно розташовувати перпендикулярно до плоских поверхонь; при наявності похилих отворів, вони повинні бути доступні для обробки при повороті обертового стола з закріпленою заготовкою;
- у конструкції деталі необхідно вилучати обробку внутрішніх торцевих поверхонь та бабишек, які потребують переривання циклу та встановлення інструменту всередині при відсутності спеціальних механізмів радіальної подачі;

- оброблювані поверхні заготовки необхідно розташовувати у доступних для обробки площинах, які можуть бути звернені до шпинделя при поступовому повороті стола з заготовкою на певний кут;

- кріпильні отвори бажано мати однакових розмірів з можливістю нарізування у них різьби за допомогою мітчиків, що дозволяє використовувати стандартні цикли обробки;

- заготовка повинна мати достатню жорсткість та міцність, при яких вилучається можливість вібрації у процесі обробки або неприпустимих деформацій від сил різання та закріплення. При аналізі технологічності необхідно враховувати особливості програмних верстатів та багатоцільових верстатів. Ці особливості визначаються у першу чергу компоновкою верстата, наявністю поворотного або глобусного стола, наявністю підкладних плит та іншої технологічної оснастки, а також прийнятої у верстаті системи відліку координат. При виготовленні корпусної деталі на верстаті з ЧПУ необхідно здійснити перерахунок розмірів, що визначають точність відстані та відносного повороту, до єдиної системи координат, що відповідає прийнятому комплексу технологічних баз. При обробці на верстатах з ЧПУ траєкторія відносного переміщення заготовки та різального інструмента формується за командами у опорних точках, що задані у прямокутній системі координат. У відповідності з цим розміри на кресленнях необхідно задавати у прямокутній системі координат. У загальному випадку проставлення розмірів на кресленнях деталей, які обробляють на автоматизованих системах, повинна бути такою, щоб при підготовці управляючої програми необхідність їх перерахунку була найменшою. Обробка заготовок з великими припусками на точних та дорогих верстатах, якими є багатоцільові верстати, не вигідна. Це пояснюється необхідністю збереження високої точності багатоцільових верстатів, вимогою найбільш ефективного використання дорогого обладнання та специфікою технологічного процесу на автоматизованих дільницях. В умовах автоматизованого виробництва поділ операцій, що виконуються на одних і тих же верстатах, на чорнові та чистові, а також переривання автоматичного циклу з метою здійснення штучного старіння заготовки, є вкрай небажаним. Операцію штучного старіння необхідно виконувати на перших етапах технологічного процесу до поступлення корпусу на автоматизовану дільницю. Заготовки корпусних деталей, що обробляють на автоматизованих дільницях, повинні бути достатньо точними та мати порівняно невеликі припуски, які відповідають умовам полу чистової та чистової обробки. Цім

вимогам відповідають відливки першого та частково другого класів точності. Використовування координатно-вимірювальних машин при виготовленні корпусних деталей в гнучкому автоматизованому виробництві дозволяє вилучити операцію розмітки, виконуючи необхідну орієнтацію заготовки при закріпленні її на супутнику для виконання першої операції. Бази розмітки у даному випадку виконують роль технологічних баз, які використовують для встановлення заготовки на супутнику.

3.5 Особливості технологічного процесу обробки заготовок корпусних деталей на автоматизованих верстатах

Побудова технологічного процесу виготовлення заготовок корпусних деталей на багатоцільових верстатах та автоматизованих дільницях має свої особливості. Виявлення та урахування цих особливостей має принципове значення для досягнення потрібної точності деталі та ефективного використання коштового верстатного обладнання. Однією з головних особливостей побудови технологічних процесів на багатоцільових верстатах та автоматизованих дільницях є максимальна концентрація технологічних переходів, що послідовно виконуються за програмою з використанням різного різального інструменту при найбільш повному використуванні принципу єдності баз. Головною технологічною перевагою цього є досягнення високої точності відносного положення поверхонь деталі, які обробляються з однієї установки при використуванні різних різальних інструментів. Використовування багатоцільових верстатів та автоматизованих дільниць значно поширює можливості виконання повної обробки заготовки з однієї установки при базуванні її по необроблюваним поверхням. Структура побудови технологічного процесу при цьому значно спрощується. Повна обробка заготовки може бути виконана на одному або на декількох (двох, трьох) багатоцільових верстатах. Заготовка обробляється без перезакріплення її на одному супутнику, який послідовно переміщається з одного верстата на інший. Якщо обробка заготовки з однієї установки не можлива, то структура виконання технологічного процесу складається з наступних етапів:

1. обробка на першій операції комплексу поверхонь, що використовуються у подальшому у якості технологічних баз, для отримання більшості поверхонь деталей.

2. обробка практично усіх поверхонь заготовки з загальних технологічних баз, отриманих на першій операції.

У багатьох корпусних деталях на одному боці може бути розташовано декілька однакових поверхонь, наприклад, поверхні отворів однакового діаметру, пазів однакової ширини або однакових за розмірами площин. У цьому випадку доцільно одним інструментом послідовно обробити усі однакові поверхні, а потім змінити різальний інструмент. При наявності на плоских поверхнях заготовки нерівномірного або завищеного припуску фрезерування рекомендується виконувати послідовними робочими ходами з використанням фрез меншого діаметру. Для зменшення впливу уводу свердел, з метою досягнення точності між центрових відстаней та положення отворів рекомендується виконувати центрування. Для обробки групи кріпильних отворів доцільно застосовувати прості багатошпindelні свердлильні головки. В свою чергу, ступінчасті отвори для підвищення продуктивності необхідності обробляти налаштованими різцевими блоками або комбінованими зенкерами. При обробці отворів у литих заготовках спочатку рекомендується розточування різцем замість зенкерування. Це дозволяє зменшити відхилення осі отвору внаслідок нерівномірного припуску. Для зменшення уводу осі у отворів великого діаметру (більш 100 мм) в якості першого переходу рекомендується фрезерування по контуру кінцевою фрезою, а потім розточування. Для гарантованого досягнення необхідної точності положення ряду отворів та площин відносно однієї бази всі ці поверхні необхідно обробляти на одному верстаті за одну установку. Для зменшення номенклатури інструменту необхідно підвищити вимоги до уніфікації при назначенні діаметральних розмірів отворів та кріпильних різьб у корпусних деталях. Маршрутний технологічний процес обробки корпусних деталей на багато інструментальних верстатах розробляють з урахуванням особливостей обробки на верстатах з ЧПУ, технологічних можливостей цих верстатів (у тому числі точності та продуктивності обробки) та їх собівартості. Концентрація переходів обробки в операції, виконуваних на багатоінструментальному верстаті з ЧПУ, дозволяє скоротити число операцій, трудомісткість обробки, підвищити точність відносного положення поверхонь деталей. У маршрутному технологічному процесі обробки корпусної деталі, що підлягає штучному старінню або що має точні отвори та площини, потрібно диференціювати операції на чорнові та чистові. У таких випадках корпусні деталі виготовляють за одну-дві чорнові та дві чистові установи. Дві чорнові (чистові) установи можуть бути об'єднані в одну чорнову (чистову) операцію з

використанням багатомісних пристосувань. У маршрутному технологічному процесі обробки корпусної деталі, що не підлягають старінню і (або) ті, що не мають точних отворів та площин як правило передбачають дві або одну операцію обробки на багатоінструментальному верстаті в залежності від числа оброблюваних сторін та їх точності. Для складних деталей повинна бути передбачена операція розмітки та нанесення розмірів, визначаючих положення деталі. Більшість слюсарних операцій, у тому числі нарізування різьби вручну, вилучають. Якщо корпусна деталь підлягає проміжній термообробці або має точні отвори та площини, тоді маршрутний технологічний процес рекомендовано складати наступним чином.

1. Перша чорнова операція – обробка деталі з двох сторін (площини та отвори великого діаметру); в якості технологічної бази використовують поверхні, що забезпечують надійне закріплення, можливість продуктивного зняття припуску.

2. Друга чорнова операція – обробка інших сторін деталі з установкою по обробленим у попередній операції поверхням, утворення технологічних баз для наступної обробки. У кожній із чорнових операцій необхідно обробляти взаємопов'язані площини та отвори для забезпечення мінімального припуску на наступну обробку, вилучати максимальну кількість матеріалу для стабілізації внутрішніх напруг.

3. Перша чистова операція – обробка базової та протилежних їй площин заготовки та всіх елементів (пазів, уступів, отворів), розташованих на цих площинах, у тому числі основних отворів.

4. Друга чистова операція – обробка інших чотирьох сторін з установкою по обробленим на попередній операції базам, у тому числі обробка основних отворів, пазів, уступів, допоміжних та кріпильних отворів. Операційна технологія обробки корпусних деталей на багато інструментальних свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах з ЧПК розробляється з урахуванням наступного.

1. Операція обробки – сукупність переходів обробки окремих, елементарних поверхонь деталі.

2. Технологічні переходи обробки елементарної поверхні (отвір, площина, паз і тому подібні) вибирають за відпрацьованими технологічними схемами. Технологічна схема являє собою комплекс послідовно виконуваних переходів, необхідних для забезпечення необхідної якості поверхні.

3. На початку операції, як правило, фрезерують зовнішні та внутрішні контури торцевими, кінцевими та іншими фрезами, потім обробляють основні та допоміжні отвори великого діаметру, і наприкінці, допоміжні отвори малого діаметру.

4. Виходячи з експлуатаційних умов роботи верстату та забезпечення точності обробки операцію проектують з мінімально необхідною кількістю змін інструменту та поворотів стола з заготовкою.

5. В якості першого переходу відлитих отворів на верстатах з позиційною системою управління необхідно використовувати розточування, а не зенкерування, оскільки при розточування увід свердла та зміщення осі оброблюємого отвору значно менше. На верстатах з контурною системою управління у цьому випадку для отворів великих діаметрів доцільно використовувати фрезерування замість розточування, так як кінцева фреза значно менш чутлива до нерівномірності припуску на обробку. 60

6. Основні отвори та інші поверхні деталі, точність розміру та відносного положення яких обумовлена жорсткими допусками, обробляють з послідовною заміною інструментів при мінімальних змінах відносного положення деталі інструменту.

7. Базові поверхні (три площини або площина і два отвори) необхідно обробляти за одну установку. Якщо на цій же операції виконують і інші переходи, то для виключення впливу деформування деталі при обробці на точність її базових поверхонь ці поверхні обробляють наприкінці операції після технологічного установу програми і перед затисканням деталі.

4. Складання технологічного процесу обробки корпусний деталі.

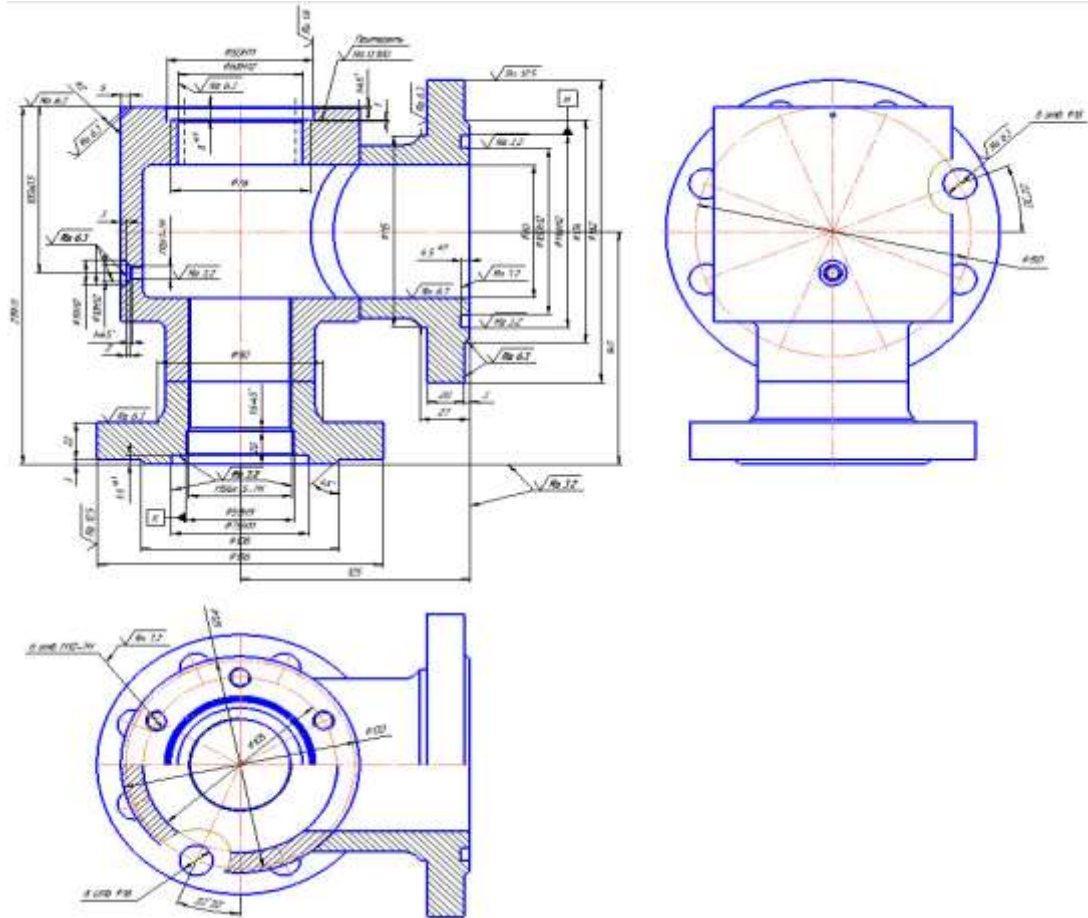


Рисунок 3.1 – Корпус.

В якості деталі для дослідження обираємо «Корпус ЦКБ Р53085-050У.А», виробництва ПРАТ КЦКБА.

На данному виробництві деталь «Корпус ЦКБ Р53085-050У.А» обробляється на універсальних верстатах, а також на верстатах з ЧПК.

Базовий технологічний процес обробки деталі «Корпус ЦКБ Р53085-050У.А»:

4.1 Базовий техпроцес

005 Токарна

Обладнання: 1К62

Склад операції:

005-1 Встановити, виверити та закріпити складальну одиницю в 3-х кулачковому патроні на центрі-йорш, піджати центром (база Ø65).

005-2 Підрізати торець складальної одиниці в розмір $219_{-0,5}$.

005-3 Точити Ø159.0,5 техн. (по чертежу Ø156h4) напрохід.

005-4 Притупити гострі крайки.

Оснащення: Патрон 3-х кулачковий. Центр-йорш. Різці: 2102-0005 ВК8; 2112-0005 ВК8, ШЦ-11-250 -0,05 ГОСТ 166-89. Зразки шорскості ГОСТ 9378-93.

010 Токарна

Обладнання: 1К62

Склад операції:

010-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в 3-х кулачковому патроні (база Ø159.0,5).

010-2 Підрізати торець складальної одиниці в розмір $218_{.05}$ техн., порівнюючи з розміром 77 від осі патрубку (за чертежом 75)

010-3 Росточити отв. $077^{+0,3}$ (за чертежом Ø8ОН11) з підрізкою торця в розмір 8.

010-4 Притупити гострі крайки.

Оснащення: Патрон 3-х кулачковий. Різці: 2102-0005 ВК8; 2112-0005 ВК8; 2141-0010 ВК8. ШЦ -1 -125 - 0,1 ГОСТ 166-89. ШЦ -11 - 250 - 0,05 ГОСТ 166-89. Зразки шорскості ГОСТ 9378-93.

015 Токарна

Обладнання: 1К62

Склад операції:

015-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в угольникі (база $077^{+0.2}$),

015-2 Підрізати торець складальної одиниці в розмір $127_{-0.5}$ техн, (за чертежом 125 ± 1),

015-3 Розточити отв. $\varnothing 76^{+0.5}$ техн.(за чертежому 080) напрохід з шорсткістю $R_a 6,3$, Притупити гострі крайки,

Оснащення: №7154-56882 Угольник. Різці: 2102-0005 ВК8; 2141-0010 ВК8, ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ-М-250 - 0,05 ГОСТ 166-89, Штангенрейсмас ГОСТ 164-90: ШР 250-0,05, Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93,

020 Токарна

Обладнання: 1К62

Склад операції:

020-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в 3-х кулачковому патроні.

020-2 Підрізати торець складальної одиниці в розмір $140 \pm 0,5$ техн. (за чертежом 140 ± 1).

020-3 Точити $\varnothing 156H14$ напрохід.

020-4 Точити конус $>45^\circ$ з підрізкою торця, витримав розміри: $\varnothing 108$ и 3.

020-5 Підрізати торець складальної одиниці с обратной стороны фланца, выдержав размеры: $\varnothing 90$ и 22.

020-6 Расточить отв. $\varnothing 75H11$ в размер 5,5 .

020-7 Расточить отв. $\varnothing 59H9$ в размер 20.

020-8 Расточить отв. $\varnothing 54,43^{+0.3}$ под резьбу M56x1,5-7H напроход на $l=80$.

020-9 Расточить фаску $1 \times 45^\circ$

020-10 Расточить фаску $1,6 \times 45^\circ$.

020-11 Нарезать резьбу M56x1,5-7H напроход на $l=80$, выдержав / 0-1 К

020-12 Заправити заход и выход резьбы.

020-13 Притупити гострі крайки.

Оснащення: Патрон 3-х кулачковый. Резцы: 2102-0005 ВК8; 2112-0005 ВК8; 2103-0017 ВК8; КГ 2149-0001 ВК8; 2141-0010 ВК8; КГ 2662-0011 ВК8. ШЦ -1

-125 - 0,1 ГОСТ 166-89. Штангенрейсмас ГОСТ 164-90: ШР 250-0,05. Пробка ГОСТ 14812-69 (ПР): Ø59Н9; Ø75Н11. Пробка ГОСТ 14813-69 (НЕ): Ø59Н9; Ø75Н11. Р. пробка ГОСТ 17759-72 (ПР): М56х1,5-7Н., пробка ГОСТ 17760-72 (НЕ): М56х1,5-7Н. Стойка индикаторная ГОСТ 10197-70. Индикатор ГОСТ 577-68: ИЧ02кп.0. Зразки шорскості ГОСТ 9378-93.

025 Токарна

Обладнання: 1К62

Склад операції:

025-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю на планшайбі.

025-2 Підрізати торець складальної одиниці в розмір 215h11

025-3 Расточить отв.Ø68Н12 напроход.

025-4 Расточить отв.Ø80Н11 в размер $8^{+0,1}$

025-5 Расточить канавку в размеры: 076; 1; $>45^\circ$.

025-6 Расточить фаску 1х45°.

025-7 Расточить фаску 45° в размер 3.

Оснащення: Плашайба цеховая.Резцы: 2102-0005 ВК8; 2112-0005 ВК8; 2141-0010 ВК8; КГ 2129-1003 ВК8 (заточить по канавке Г). ШЦ-1 -125 - 0,1 ГОСТ 166-89, ГОСТ 14815-69 (ПР): Ø80Н11. Пробка ГОСТ 14816-69 (НЕ): Ø80Н11. Стойка индикаторная ГОСТ 10197-70. Индикатор ГОСТ 577-68: ИЧ02кп.0.

030 Токарна

Обладнання: 1К62

Склад операції:

030-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю на угольникі (база Ø80Н11),

030-2 Підрізати торець складальної одиниці в розмір 125±1,

030-3 Точити Ø 182 напрохід.

030-4 Точити конус $>45^\circ$ з підрізкою торця, витримав розміри: Ø134 и 3.

030-5 Підрізати торець складальної одиниці с обратной стороны фланца, витримав розміри: Ø115 и 20.

030-6 Розточити отв. Ø80 напрохід в вибірку Ø107.

030-7 Расточити торцеву канавку в розміри: Ø116Н12; Ø100h12; $4,5^{40,1}$.

030-8 Притупити гострі крайки.

Оснащення: Угольник. Різці: 2102-0005 ВК8; 2112-0005 ВК8; 2140-0010 ВК8; КГ 2129-1005 ВК8. ШЦ -1 -125 - 0,1 ГОСТ 166-89. ШЦ -11 - 250 - 0,05 ГОСТ 166-89. Штангенрейсмас ГОСТ 164-90: ШР 250-0,05. Зразки шоркості ГОСТ 9378-93.

035 Фрезерна з ЧПК

Обладнання: МСН-500

Склад операції:

035-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в 3-х кулачковому патроні (база Ø156).

035-2 Визначити координати бокового патрубка Ø182.

035-3 Центрувати и свердлити 8 отв.Ø18 напрохід на $l=20$ мм.

035-4 Зенкувати 8 фасок $0,5 \times 45^\circ$

Поворот складальної одиниці на паліті на 180° .

035-5 Центрувати и свердлити отв.Ø7 напрохід на $l=12$ мм. под М8х1-7Н.

035-6 Розточити отв. Ø15Н12 в розмір 3.

035-7 Розточити отв.Ø10Н12 в розмір 2.

035-8 Розточити фаску $1 \times 45^\circ$. Розточити фаску $0,2 + 0,3 \times 45^\circ$ техн.в отв.Ø10Н12 и Ø15Н12.

Оснащення: Патрон 3-х кулачковий. ШЦ -1-125-0,1 ГОСТ 166-89

040 Фрезерна з ЧПК

Обладнання: МСН-500

Склад операції:

040-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в 3-х кулачковом патроне (база Ø182),

040-2 Визначити координати горловини Ø80Н11

040-3 Центрувати и свердлити 6 отв.Ø10.2 на $l=23$ мм.під М12-7Н

040-4 Зенкувати фаску $1,6 \times 45^\circ$

Поворот складальної одиниці на паліті на 180°

040-5 Центрувати и свердлить 8 отв Ø18 напрохід на $l=22$ мм

040-6 Зенкувати 8 фасок $0,5 \times 45^\circ$.

Оснащення: Патрон 3-х кулачковий ШЦ -1-125- 01 ГОСТ 166-89.

045 Різьбонарізна

Обладнання: Roscamat-6000

Склад операції:

045-1 Встановити, виверити и кріпити складальну одиницю в 3-х кулачковому патроні (база Ø156).

045-2 Нарізати різьбу М12-7Н в 6 отв.на довжині 18 мм.

Оснащення: Патрон 3-х кулачковий. Мітчик М12-6Н: TP7 М12х1,75-6НХ.

ШЦ-1 -125 - 0,1 ГОСТ 166-89.Р. пробка ГОСТ 17758-72: М12-7Н/

050 Свердлильна

Обладнання: 2A125

Склад операції:

050-1 Свердлити по розмітці отв.Ø2 під $>45^\circ$ витримав $5\pm 0,8$.

Оснащення: Свердло ГОСТ 10902-77: Ø2. ШЦ -1 -125 - 0,1 ГОСТ 166-89

055 Слісарна

Склад операції:

Нарізати різь М8х1-7Н наскрізь ($l=7$ мм).

Оснащення:

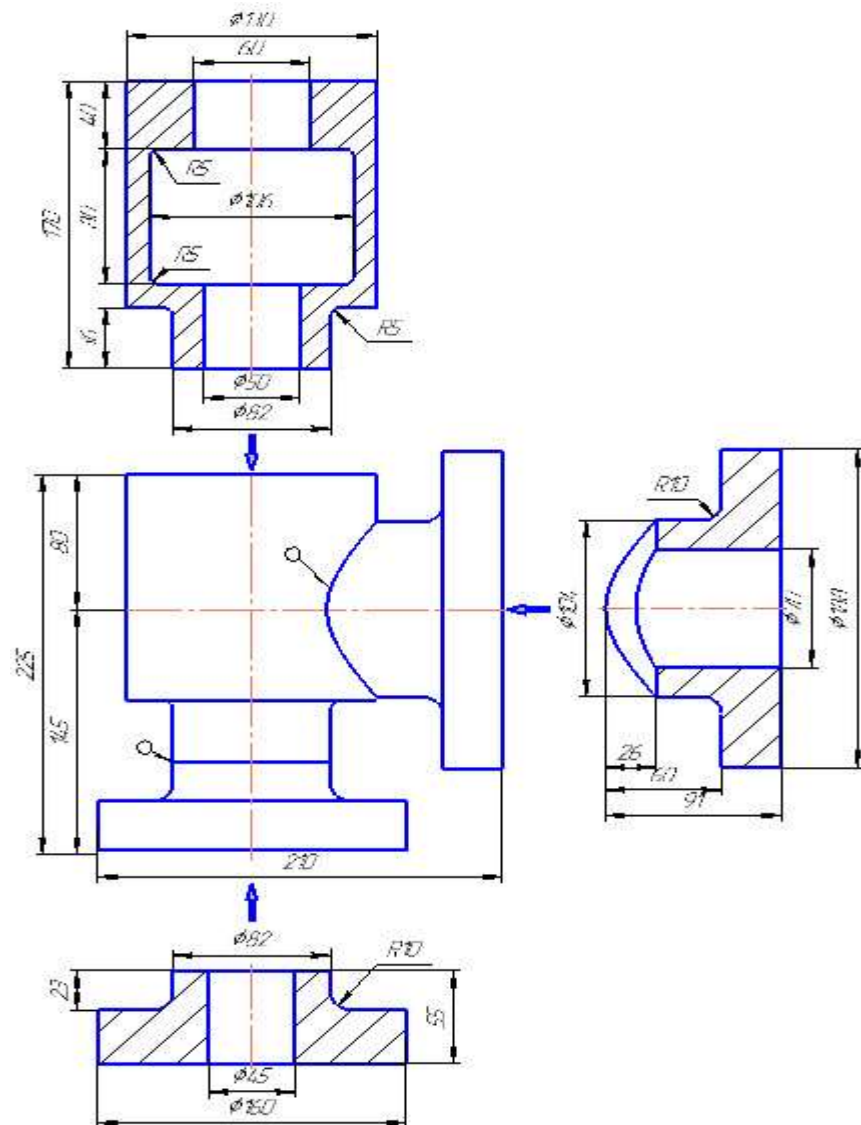
Мітчик М8х1-7Н, к-пробка ГОСТ 17758-72, М8х1-7Н.

На основі базового технологічного процесу розробляємо техпроцес, базуюсь на використанні верстатів з ЧПК:

4.2 Оновлений техпроцес виготовлення деталі «Корпус» №1

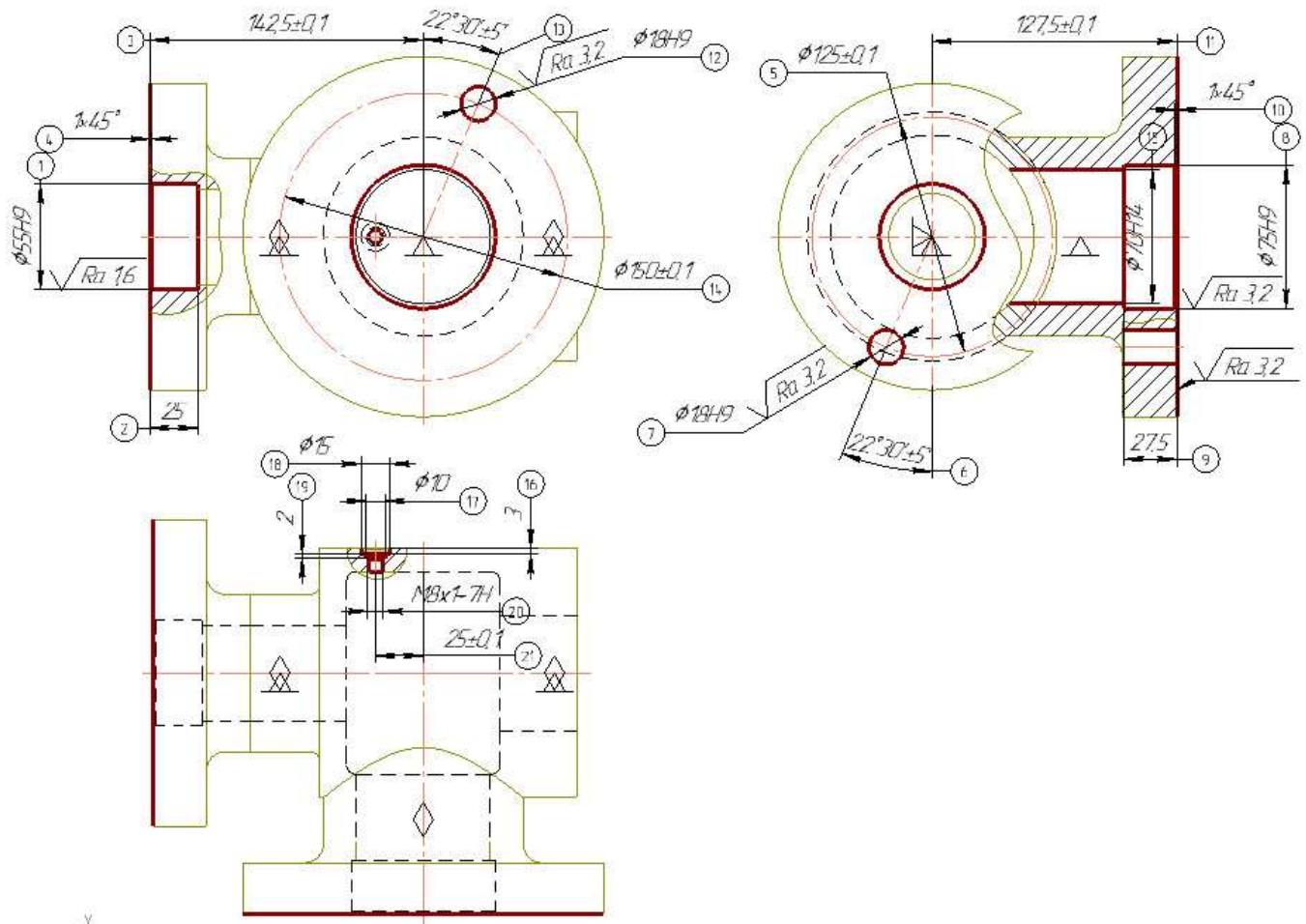
Розробляємо оновлений з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК фірми Naas. Зменшення часу виготовлення одиниці продукції досягається за рахунок укрупнення операцій, зменшення допоміжного оперативного часу автоматичної роботи та допоміжного часу, що не перекривається часом обробки деталі.

001 Заготівельна



Зварювання аргонодугове за ГОСТ 14171-76 (шви зварні С2 –Δ15) складових частин 1,2,3,4, отриманих токарним чином на верстаті Haas ST-10.

005 Багатоопераційна. Haas EC-400



Склад операції:

005-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в спеціальному пристосуванні,

005-2 Фрезерувати поверхню начорно та начисто, витримав розмір 3 (142.5 ± 0.1),

005-3 Повернути пристосування на 90° .

005-4 Фрезерувати поверхню начорно та начисто, витримав розмір 11 (127.5 ± 0.1),

005-5 Центрувати отв. $\varnothing 5$, витримав розміри 13 ($22^\circ 30' \pm 5''$) 14 (150 ± 0.1),

005-6 Свердлити отв. $\varnothing 17H14$ напрохід, витримав розміри 13 ($22^\circ 30' \pm 5''$) 14 (150 ± 0.1),

005-7 Зенкерувати отв. $\varnothing 17.8H10$ напрохід, витримав розміри 13 ($22^\circ 30' \pm 5''$) 14 (150 ± 0.1),

005-8 Розгорнути отв. $\varnothing 18H9$ напрохід, витримав розміри 13 ($22^\circ 30' \pm 5''$), 14 ($\varnothing 150 \pm 0.1$),

005-9 Повернути пристосування на -90° .

005-10 Центрувати отв.Ø5, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 5 ($\varnothing 125\pm0.1$),

005-11 Свердлити отв.Ø17H14 напрохід, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 5 ($\varnothing 125\pm0.1$),

005-12 Зенкерувати отв.Ø17.8H10 напрохід, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 5 ($\varnothing 125\pm0.1$),

005-13 Розгорнути отв.Ø18H9 напрохід, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 6 ($\varnothing 125\pm0.1$),

005-14 Повернути пристосування на -90° .

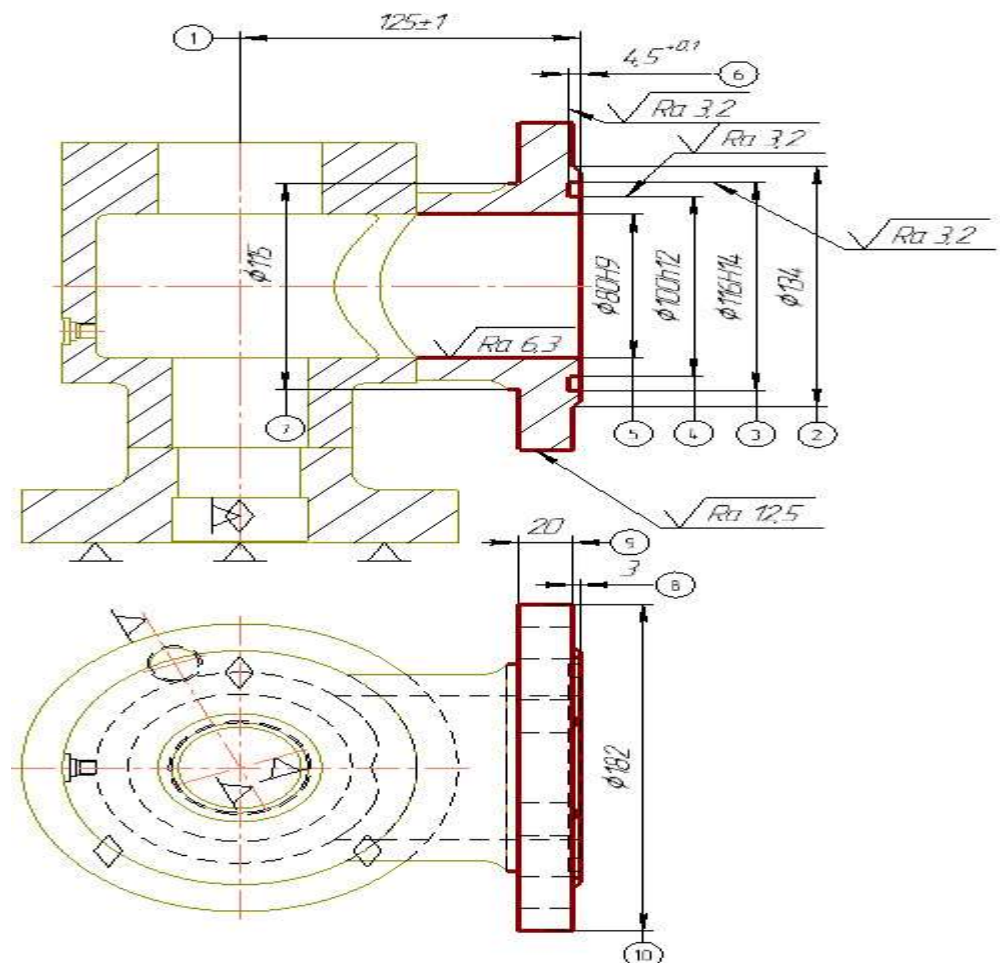
005-15 Центрувати отв.Ø5, витримав розмір 21 (25 ± 0.1),

005-16 Свердлити отв.Ø17H14 напрохід, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 5 ($\varnothing 125\pm0.1$),

005-17 Зенкерувати отв.Ø17.8H10 напрохід, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 5 ($\varnothing 125\pm0.1$),

005-18 Розгорнути отв.Ø18H9 напрохід, витримав розміри 6 ($22^{\circ}30\pm5^{\circ}$), 6 ($\varnothing 125\pm0.1$),

010 Токарна з ЧПК (Haas ST-10)



Склад операції:

010-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в спеціальному 3-х кулачковому патроні,

010-2 Підрізати оба торця начорно та начисто, витримав розміри 1(125 ± 0.1), 8 (3),

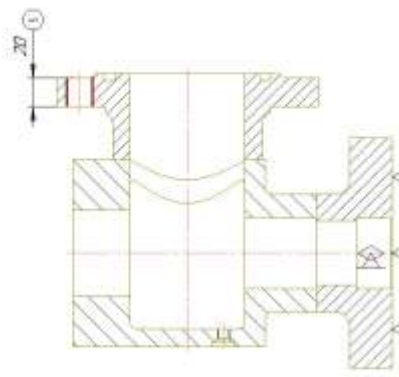
010-3 Точити зовнішню поверхню напрохід, витримав розмір 10 ($\varnothing 182$)

010-4 Підрізати зворотній торець, витримав розміри 9 (20) та 7($\varnothing 115$)

010-5 Точити торцеву канавку начорно та начисто, витримав розміри 3($\varnothing 116H14$), 4 ($\varnothing 100h14$), 6($4^{+0.1}$)

010-6 Розточити поверхню начорно, начисто та тонко, витримав розмір 5 ($\varnothing 80H9$)

015 Свердлильна з ЧПК (Haas VF-1)



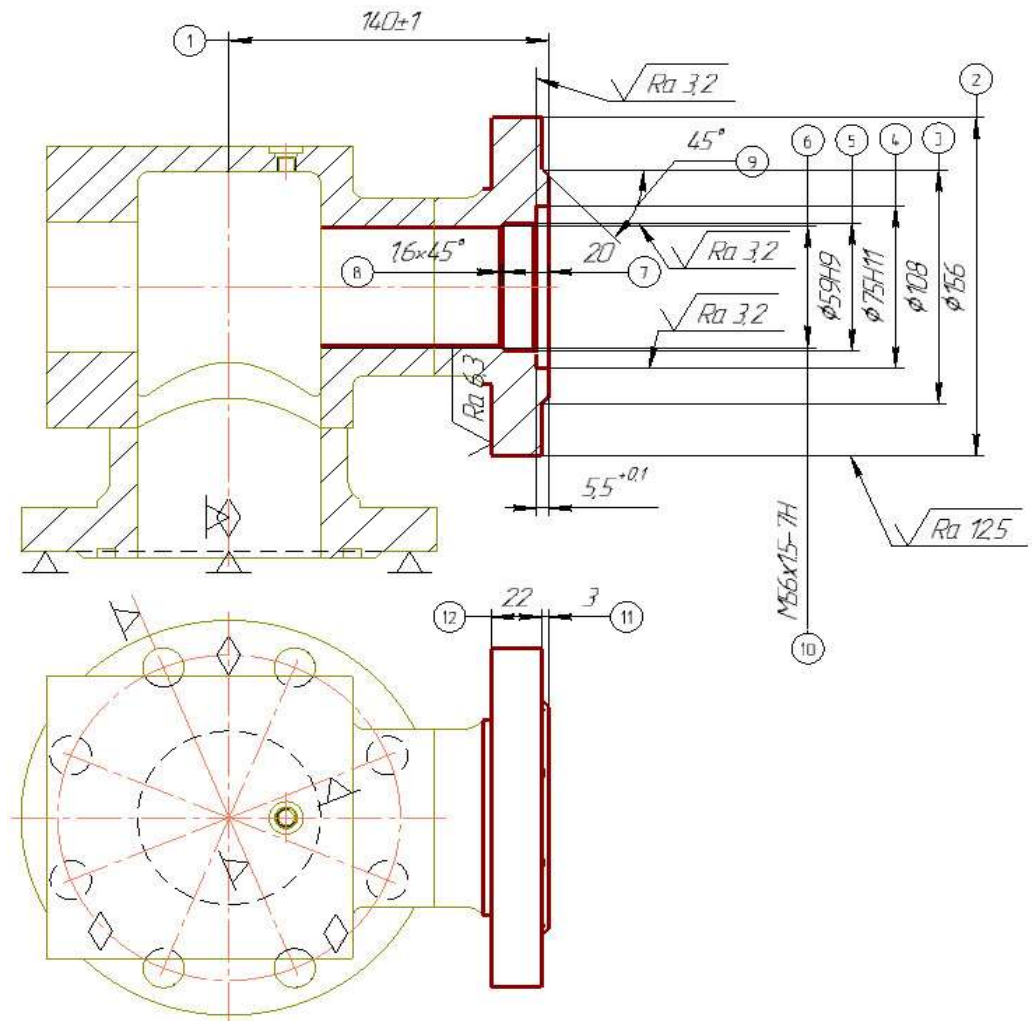
Склад операції:

015-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в

015-2 Центрувати 7 отв. $\varnothing 5$, витримав розміри 4 ($45^\circ \pm 5^\circ$), 2 ($\varnothing 150 \pm 0.1$),

015-3 Свердлити отв. $\varnothing 18H14$ напрохід, витримав розміри 4 ($45^\circ \pm 5^\circ$), 2 (150 ± 0.1),

020 Токарна з ЧПК (Haas ST-10)



Склад операції:

020-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в спеціальному 3-х кулачковому патроні,

020-2 Підрізати оба торця начорно та начисто, витримав розміри 1(140±0.1), 11 (3),

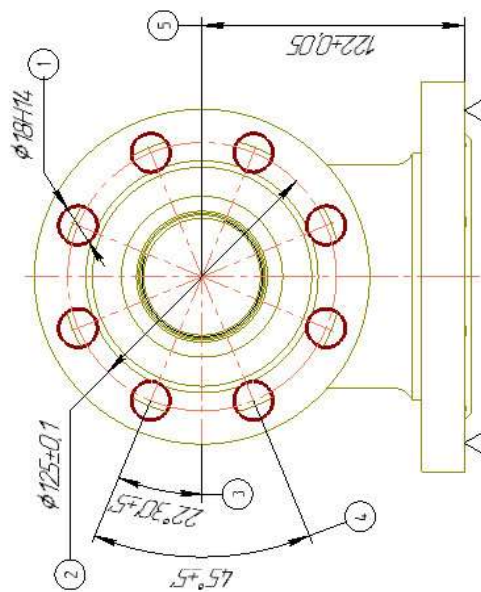
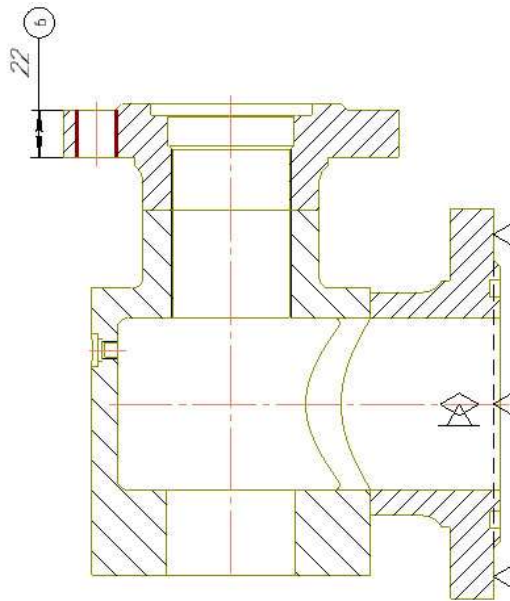
020-3 Точити зовнішню поверхню напрохід, витримав розмір 2 (Ø 156)

020-4 Підрізати зворотній торець, витримав розмір 12 (23)

020-5 Точити торцеву канавку начорно та начисто, витримав розміри 4(Ø75H11), 10(5.5^{+0.1})

020-6 Розточити поверхні начорно, начисто та тонко, витримав розміри 5 (Ø59H9), 6(M56x1.5), 7(20), 8(1.6x45°)

025 Свердлильна з ЧПК (Haas VF-1)



Склад операції:

025-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в

015-2 Центрувати 7 отв. $\phi 5$, витримав розміри 4 ($45^\circ \pm 5'$), 2 ($\phi 125 \pm 0.1$),

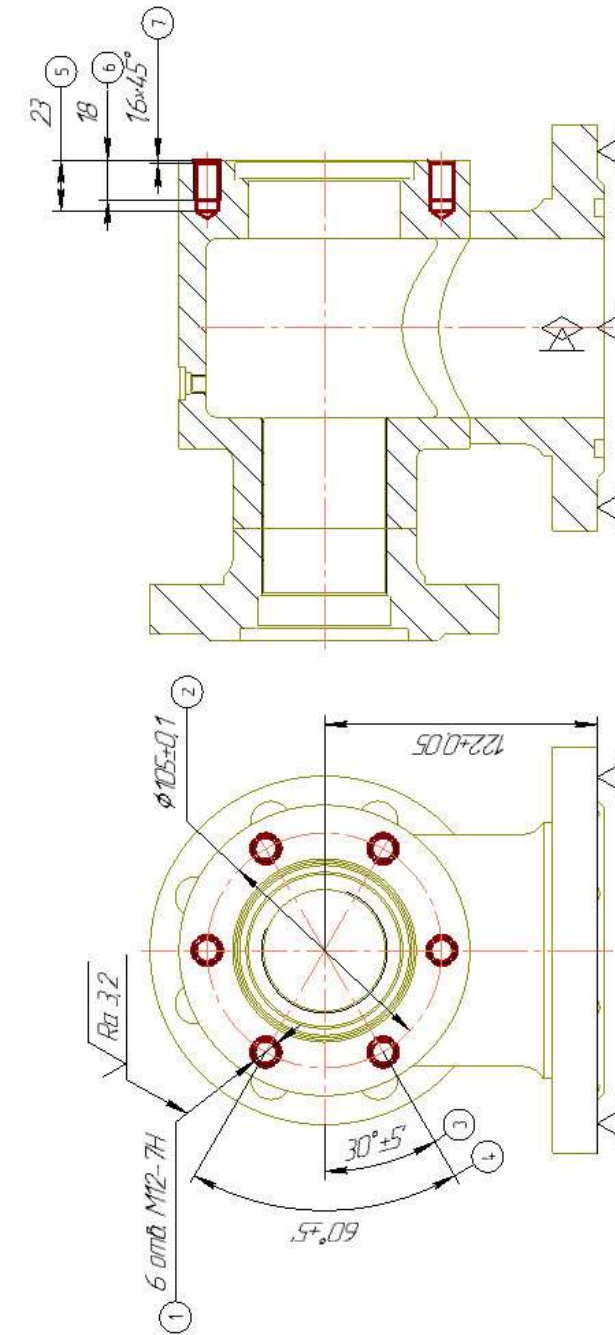
015-3 Свердлити отв. $\phi 18H14$ напрохід, витримав розміри 4 ($45^\circ \pm 5'$), 2 ($\phi 125 \pm 0.1$),

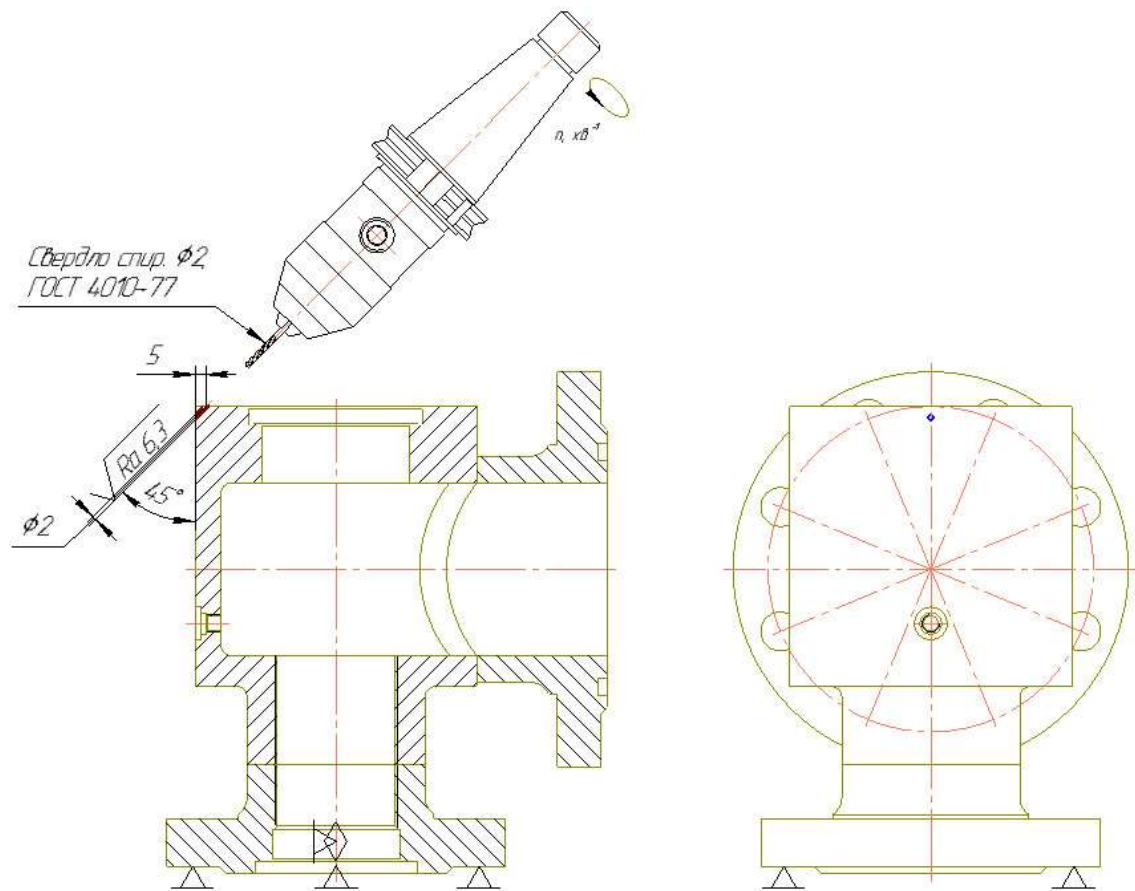
030-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в спеціальному 3-х кулачковому патроні,

030-3 Розточити поверхні начорно, начисто та тонко, витримав розміри 1

030-3 Розточити поверхні начорно, начисто та тонко, витримав розміри 1 (Ø68H12), 2(Ø 80H11), 3(Ø 76), 4(8^{+0.1}), 5(1x45°)

035 Свердлильна з ЧПК (Haas VF-1)





Склад операцій:

035-1 Встановити, виверити та кріпити складальну одиницю в пристосуванні

035-2 Центрувати 6 отв.Ø5, витримав розміри 4 ($60^{\circ}\pm 5^{\circ}$), 2 ($\varnothing 125\pm 0.1$),

035-3 Свердлити 6 отв.Ø10.8H14, витримав розміри 4 ($60^{\circ}\pm 5^{\circ}$), 2 ($\varnothing 125\pm 0.1$),

5(23)

035-4 Нарізати різь M12-7H ,витримав розміри 4 ($60^{\circ}\pm 5^{\circ}$), 2 ($\varnothing 125\pm 0.1$), 6(18)

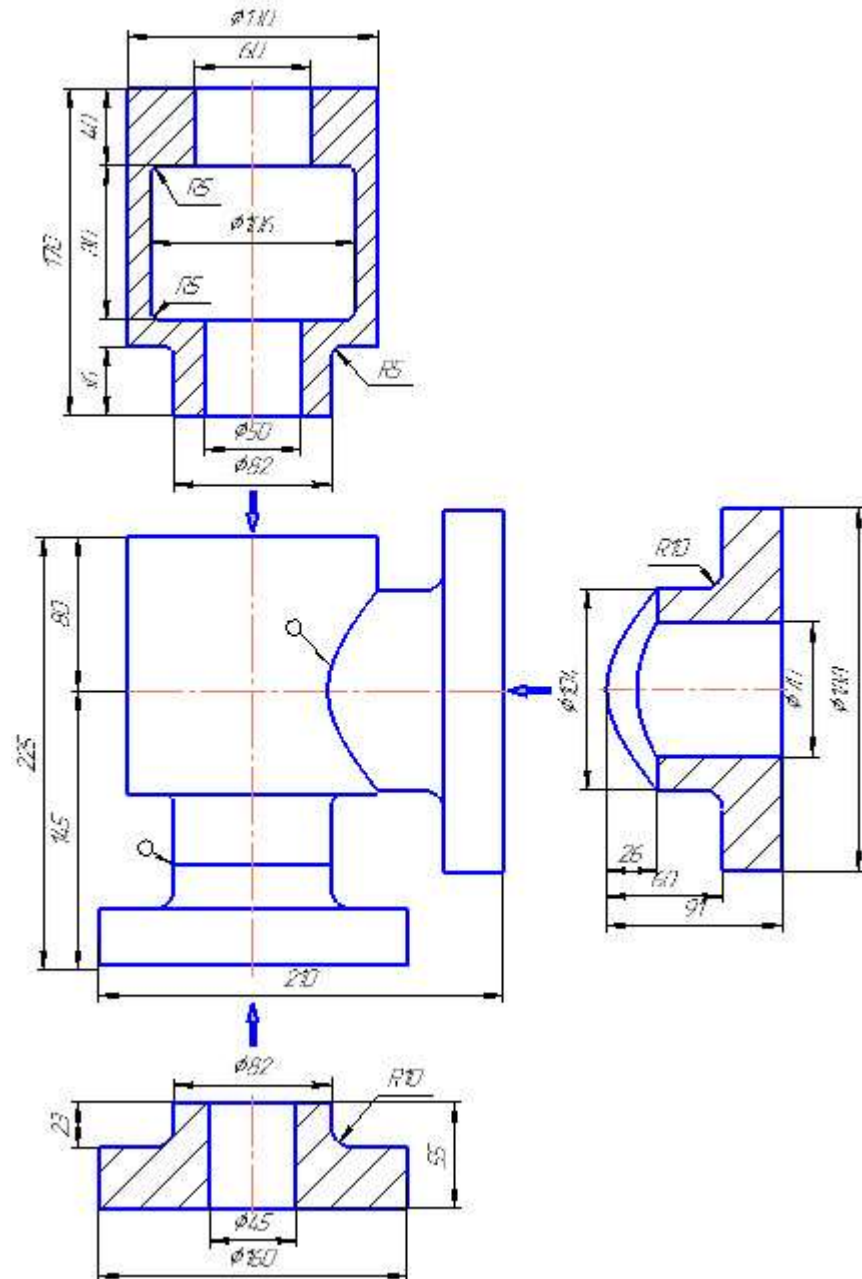
035-5 Повернути пристосування на 45° , виверити та кріпити складальну одиницю в пристосуванні

35-6 Свердлити отв.Ø2H14, витримав розміри 5 ($45^{\circ}\pm 5^{\circ}$), 2 ($\varnothing 2$),

4.3 Оновлений техпроцес виготовлення деталі «Корпус» №2

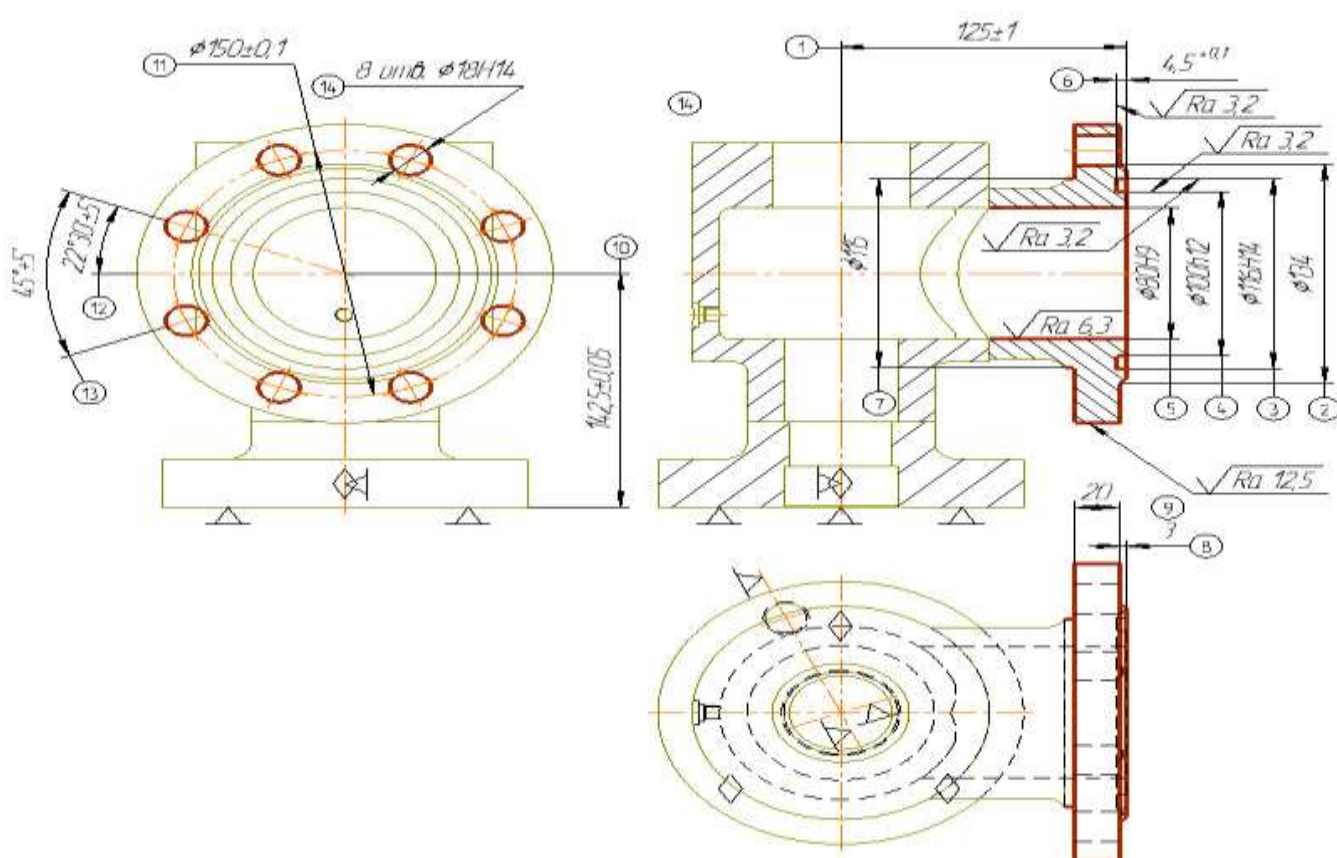
Другий оновлений техпроцес базуємо на використанні верстатів з ЧПК фірми **Okuma**. З модельного ряду верстатів фірми Okuma обираємо ті, які відповідають необхідним характеристикам та технологічним можливостям.

Операція 001



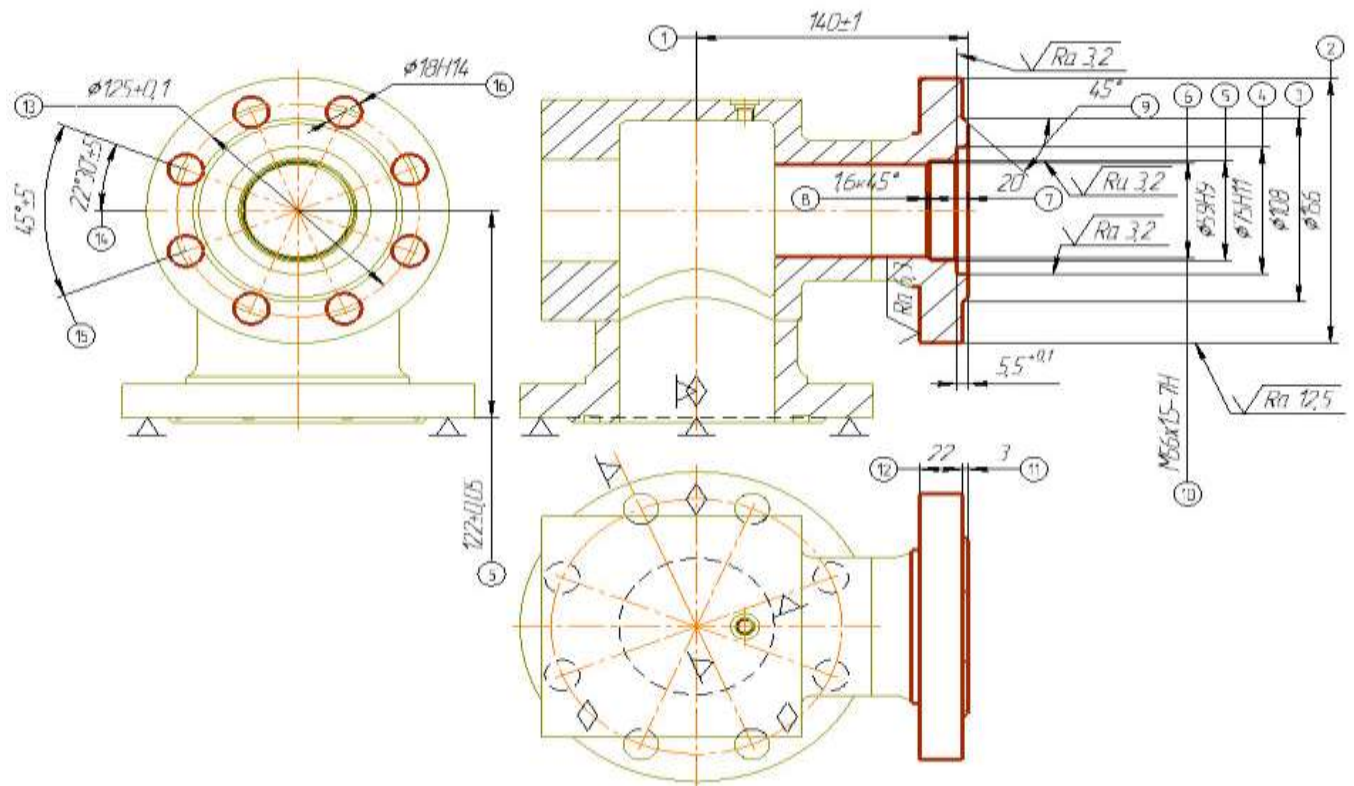
Зварювання аргонодугове за ГОСТ 14171-76 (шви зварні С2 –Δ15) складових частин 1,2,3,4, отриманих токарним чином на верстаті Okuma LU-S1600.

010 Багатоопераційна. Okuma Multus B400 W



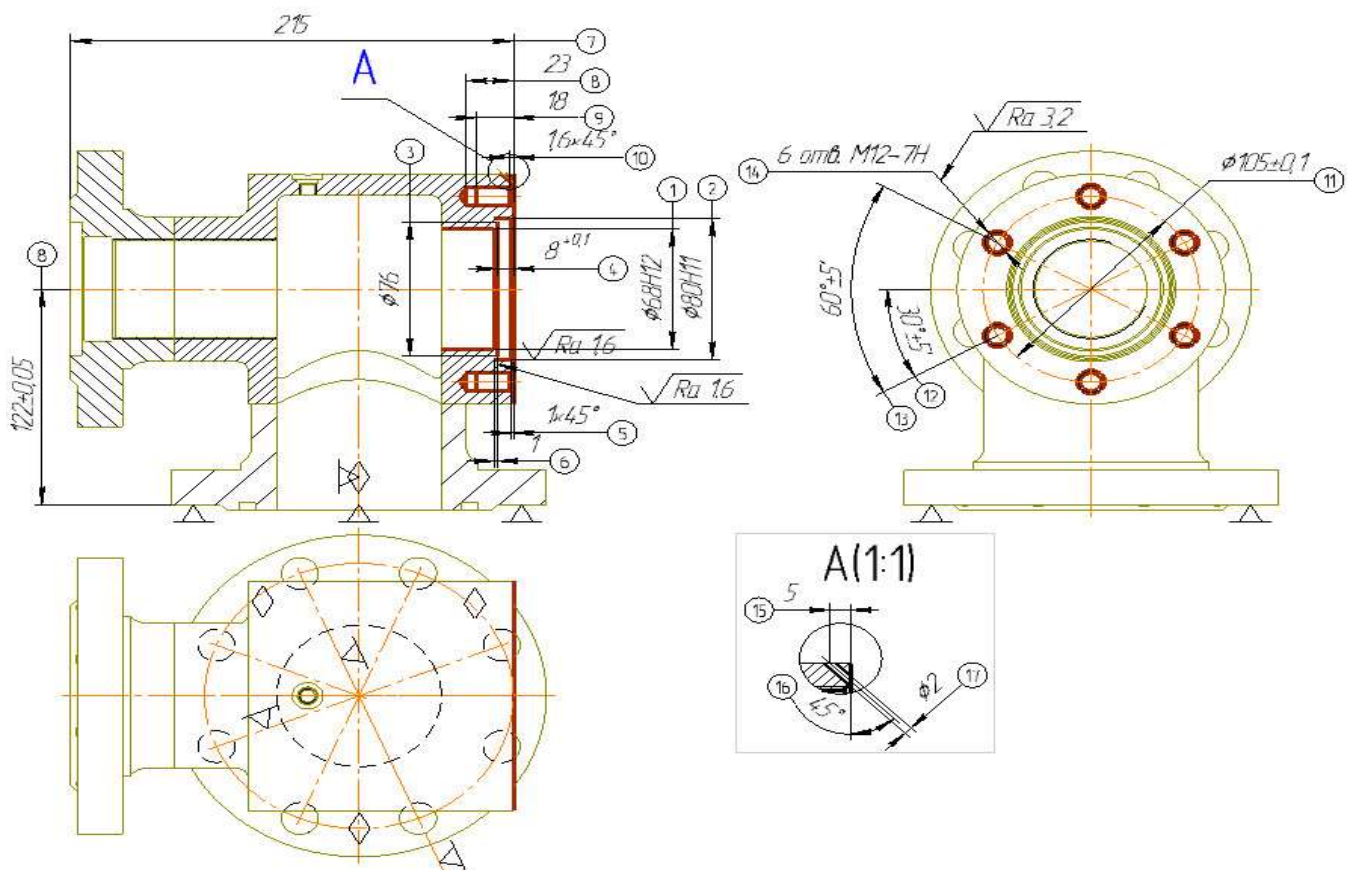
Склад операції: Сумарно операції 010 та 015 для техпроцесу №1.

015 Багатоопераційна. Okuma Multus B400 W



Склад операції: Сумарно операції 020 та 025 для техпроцесу №1.

020 Багатоопераційна. Okuma Multus B400 W



Склад операції: Сумарно операції 030 , 035 та 040 для техпроцесу №1

5. Розробка операційної технології

5.1 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання для операції 005

(чорнове розточування)

Верстат багатоопераційний з ЧПК Haas EC-400, інструмент - різець прохідний упорний T15K6.

Глибина різання $t=2$ мм;

Подача $s = 0.4$ мм/об табл. 34, с. 283 [3];

Швидкість різання $v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V$,

значення коефіцієнта C_p і показників ступеня вибираємо по т. 17, с. 270 [3], а періоду стійкості - за т. 40, с. 290 [3].

$$C_V = 290; \quad x = 0.15; \quad y = 0.35; \quad m = 0.2. \quad T = 120 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

визначаємо по т. 1. . . 4, с. 290 [3]:

$$K_{MV} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{1.75} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1.75} = 1.478 ; \sigma_B = 600 \text{ МПа}$$

$$K_{PV} = 0.8;$$

$$K_{IV} = 1.0$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1.478 \cdot 0.8 \cdot 1 = 1.182 ;$$

$$V = \frac{420}{120^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \cdot 1.182 = 154.584 \text{ м/хв,}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 154.584}{\pi \cdot 75} = 656.073 \text{ об /хв.}$$

Приймаються за паспортom верстата $n_{\phi} = 6560 \text{ об/хв}$.

Фактична швидкість різання

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 75 \cdot 656}{1000} = 154.566 \text{ м/хв}.$$

сила різання

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мр}}.$$

Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня вибираємо по т. 39, с. 286 [3], а періоду стійкості - по т. 41, с. 291 [3].

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = -0.15$$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу по т. 9, с. 286 [3]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0.75} = 0.846.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 154.566^{-0.15} \cdot 0.846 = 1737.859 \text{ Н}$$

Визначаємо ефективну потужність при різанні

$$N_{\phi} = \frac{P_z \cdot v_{\phi}}{1020 \cdot 60} = \frac{1737.859 \cdot 154.566}{1020 \cdot 60} = 4.389 \text{ кВт}.$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (22.4 кВт), швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Визначаємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де $L=27.5 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні;

$$S_m = s \cdot n_{\phi} = 0.4 \cdot 656 = 262.4 \text{ мм/хв} - \text{хвилинна подача};$$

$l_1 = 10 \text{ мм}$ - відстань підведення інструменту, $l_2 = 0 \text{ мм}$ - перебіг інструменту,

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} = \frac{27.5 + 10}{262.4} = 0.11 \text{ хв}.$$

Розрахунок режимів різання для операції 005 (чистове розточування)

Верстат фрезерувальний з ЧПК Haas EC-400, інструмент - різець прохідний упорний T15K6.

Глибина різання $t=0.5$ мм;

Подача $s = 0.15$ мм/об табл. 34, с. 283 [3];

Швидкість різання: $v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V$,

значення коефіцієнта C_p і показників ступеня вибираємо по т. 17, с. 270 [3], а періоду стійкості - по т. 40, с. 290 [3].

$$C_V = 290; \quad x = 0.15; \quad y = 0.35; \quad m = 0.2. \quad T = 120 \text{ХВ.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

визначаємо по т. 1. . . 4, с. 290 [3]:

$$K_{MV} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{1.75} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1.75} = 1.478 ;$$

$$K_{PV} = 0.8;$$

$$K_{IV} = 1.0$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1.478 \cdot 0.8 \cdot 1 = 1.182 ;$$

$$V = \frac{420}{120^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.15^{0.35}} \cdot 1.182 = 306.227 \text{ м /ХВ.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 306.227}{\pi \cdot 75} = 1299.67 \text{ об /ХВ.}$$

Приймаються за паспортом верстата: $n_{\phi}=1300$ об /ХВ.

сила різання
$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}.$$

Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня вибираємо по т. 39, с. 286 [3], а періоду стійкості - по т. 41, с. 291 [3].

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = -0.15$$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу по т. 9, с. 286 [3]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0.75} = 0.846.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.5^1 \cdot 0.15^{0.75} \cdot 226.25^{-0.15} \cdot 0.846 = 135 \text{ Н}.$$

Визначаємо ефективну потужність при різанні

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{135 \cdot 266.25}{1020 \cdot 60} = 0.58 \text{ кВт}.$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (22.4 кВт), швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Визначаємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де $L=27.5$ мм - довжина оброблюваної поверхні;

$$S_m = S \cdot n = 0.15 \cdot 1300 = 195 \text{ мм/хв}.$$

$l_1 = 10$ мм - відстань підведення інструменту, $l_2 = 0$ мм - перебіг інструменту,

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} = \frac{27.5 + 10}{195} = 0.2 \text{ хв}.$$

Далі виконуємо решту розрахунків по всім переходам, та заносимо дані в таблицю.

5.2 Технічне нормування.

Приклад розрахунку технічної норми часу для операції 005 багатоопераційної.

1. Допоміжний час на установку деталі в пристосування:

$$t = 0.25 \text{ хв.} \quad [7, \text{ стор.36 карта 2 }]$$

2. Допоміжний час, пов'язаний з обробкою, не включений в програму: [7, стор.36 карта 2]

- включити й виключити верстат: $t = 0.04 \text{ хв.}$

- відкрити загороджувальний щиток

від стружки, закрити: $t = 0.03 \text{ хв.}$

- встановити координати X та Y: $t = 0.15 \text{ хв.}$

- ввести корекцію на інстру-

мент: $t = 0.04 \cdot 5 = 0.2 \text{ хв.}$

$$T_v = 0.25 + 0.04 + 0.03 + 0.15 + 0.2 = 0.6 \text{ хв.}$$

3. Час на контрольні виміри перекриваються часом на обробку.

4. Визначаємо автоматичний час основної роботи по програмі, по наступній формулі:

$$T_a = T_{o.a.} + T_{v.a.}$$

де: $T_{o.a.}$ - сума машинного часу по всіх інструментальних переходах:

$$T_{o.a.} = 1.14 + 1.27 + 1.1 + 1.2 + 0.1 + 0.23 + 0.14 + 0.14 + 0.1 + 0.23 + 0.14 + 0.14 = 5.93 \text{ хв.}$$

$T_{v.a.}$ - допоміжний час на прискорений, настановний рухи й зміну інструмента.

$$T_{v.a.} = \frac{5 \cdot 500}{35600} = 0.07 \text{ хв,}$$

$$T_a = 5.93 + 0.07 = 6 \text{ хв.}$$

5. Час на організаційне й технічне обслуговування

робочого місця [7, стор.55 карта10]:

$$T_{обс.} = 3.5\% T_{оп.},$$

6. Час на відпочинок й особисті потреби:

$$T_{отд.} = 4\% T_{оп.}$$

7. Визначаємо норму штучного по формулі:

$$T_{шт} = (T_a + T_v \cdot K_v) \cdot \left(1 + \frac{T_{обсл.} + T_{отд.}}{100}\right) = (6 + 0.6 \cdot 0.7) \cdot \left(1 + \frac{4 + 3.5}{100}\right) = 6.9 \text{ хв.}$$

8. Підготовчо-заключний час: [2, стор.56 карта 11]

Для даної операції підготовчо-заключний час становить 45,5 хв і враховує наступні види витрат:

- організаційна підготовка середньої складності з п'ятьма інструментами в налагодженні-16 хв;
- установити й зняти інструмент у різцетримач або втулку $5 \times 2 = 10$ хв;
- установити й зняти інструмент у револьверній головці- $5 \times 1 = 5$ хв;
- ввести програму на пульті керування - 1,5 хв;
- установити вихідні координати й коректори інструментів - $5 \times 2 = 10$ хв;
- виготовлення пробної деталі - 3 хв.

$$T_{п.з.} = 16 + 10 + 5 + 1.5 + 10 + 3 = 45.5 \text{ хв.}$$

9. Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу

по формулі: $T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 6.9 + \frac{45.5}{100} = 7.35 \text{ хв.}$

Для решти операцій норми часу розраховуються за тим же самим принципом. Результати нормування зведемо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця технічної норми часу для технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус»

Базовий

Операція	T ₀	T _{доп}	T _{оп}	T _{обс}	T _{пп}	T _{шт}	T _{п.з}	n	T _{шт-к}
005	6	3	9	0.36	0.36	9.72	0.6	100	10.32
010	6	3	9	0.36	0.36	9.72	0.6	100	10.32
015	6	3	9	0.36	0.36	9.72	0.6	100	10.32
020	12	6	18	0.72	0.72	19.44	0.8	100	20.2
025	12	6	18	0.72	0.72	19.44	0.8	100	20.2
030	10	5	15	0.6	0.6	16.2	0.6	100	16.8
035	12	6	18	0.72	0.72	19.44	0.8	100	20.2
040	4	2	6	0.24	0.24	6.48	0.5	100	7
045	4	2	6	0.24	0.24	6.48	0.5	100	7
050	2	0.5	2.5	0.1	0.1	2.7	0.2	100	3
	74								125.36

Оновлений №1

Операція	T ₀	T _{доп}	T _{оп}	T _{обс}	T _{пп}	T _{шт}	T _{п.з}	n	T _{шт-к}
001	26.07	0.56	26.63	0.93	1.06	28.62	0.36	100	28.98
005	6	0.6	6.6	0.23	0.26	7.09	0.45	100	7.54
010	6.17	0.68	6.85	0.24	0.27	7.36	0.61	100	7.97
015	1.92	0.48	2.4	0.08	0.1	2.58	0.2	100	2.78
020	6.17	0.68	6.85	0.24	0.27	7.36	0.61	100	7.97
025	1.92	0.48	2.4	0.08	0.1	2.58	0.45	100	3.03
030	3.07	0.6	3.67	0.13	0.15	3.95	0.36	100	4.31
035	2.5	0.56	3.06	0.1	0.12	3.28	0.32	100	3.6
	53.82								66.18

Оновлений №2

Операція	T_0	$T_{\text{доп}}$	$T_{\text{оп}}$	$T_{\text{обс}}$	$T_{\text{пп}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{п.з}}$	n	$T_{\text{шт-к}}$
001	26.07	0.56	26.63	0.93	1.06	28.62	0.36	100	27
005	6	0.6	6.6	0.23	0.26	7.09	0.45	100	7.35
010	8.09	0.68	8.77	0.31	0.35	9.2	0.6	100	9.8
015	8.09	0.68	2.4	0.08	0.1	9.2	0.6	100	9.8
020	5.57	0.6	6.85	0.24	0.27	6.86	0.37	100	7.23
	53.82								61.18

6. Вибір необхідного обладнання, ріжучих інструментів та пристосувань.

Операція 005. Haas EC-400

Центр EC-400 сконструйований для великих обсягів виробництва і безлюдній технології роботи. Відрізняється від моделей попередніх років збільшеною робочою зоною, підвищеною швидкістю форсованих переміщень, повної індексацією супутників по 4-ої осі і набагато більш ефективною системою видалення стружки. З метою подовження виробничих циклів і автоматичної роботи без будь-якого контролю з боку персоналу доступні парк супутників на 6 позицій і пристрій зміни інструменту великої місткості. Час зміни палет 8 сек., час зміни інструменту 2,8 сек., пульт дистанційного керування, система ЧПУ HAAS, 1 Гб програмної пам'яті, USB-порт.



Характеристика

Рухі:

Осі: X -559 мм, Y- 635 мм, Z -559 мм,

Шпиндель:

Максимальна потужність,	22.4 кВт,
Максимальна швидкість,	8100 об/хв,
Максимальний крутний момент	122 Нм при 2000 rpm,
Система приводу	nline Direct-Drive,
Конус	СТ или BT 40,
Час оборота на 90° (повна 4-та ось), с	3,
Максимальный вес на планшайбе, кг	400,
Крутний момент (постійний), Нм	575,
Мінімальна дискретність	0.001 °,

Кількість палет	2,
Габарити супутника, мм	400x400,
Максимальне навантаження супутника, кг	400,
Мінімальний час зміни супутника, с	15,
Різання на максимальну глибину, мм/хв	21.2,
Прискорене переміщення по осі X,Y,Z мм/хв	35.6,
Максимальне осеве зусилля по осі X,Н	2500,
Об'єм СОЖ, л	360,
Маса, кг	8618,
Ємкість магазину,	30+1,
Максимальний діаметр інструмента (повний), мм	64,
Максимальний діаметр інструмента (з пустими сусідніми ячейками)	127,
Максимальна довжина інструмента (от мерної лінії), мм	305,
Максимальний вес інструмента, кг	5,4.

Операції 001, 010, 020, 030. Haas ST-10



Максимальний діаметр деталі, мм	419 ,
Розмір патрону, мм	165 ,
Максимальний діаметр обробки (залежить від револьверної головки), мм	356,
Максимальна довжина різання (залежить від кріплення), мм	406,
Найбільший діаметр прутка, мм	44,
Хід, мм :	ось X – 200, Z – 406;
Прискорене переміщення по осі X, Z мм/хв	30.5,
Максимальное осевое усилие по оси X, Z, Н	14679,
Торець шпинделя	A2-5,
Максимальна потужність, кВт	11.2,
Максимальна швидкість, об/хв	6000,
Максимальний крутний момент, Нм	102 при 1300 об/хв,
Діаметр отвору шпинделя, мм	58.,7,
Кількість інструментів	12,
Об'єм СОЖ, л	114 л,
Маса, кг	3585.

Токарно-фрезерний обробний центр OKUMA Multus B400 W



Токарно-фрезерний обробний центр OKUMA Multus B400 W. Зроблено фірмою OKUMA з системою управління OSP-P200L.

Короткий опис верстата

Оброблювальний центр нового покоління MULTUS призначений для комплексної обробки деталей з різних матеріалів, в тому числі і високолегованих, загартованих сталей з твердістю поверхні HRC 58 ... 60. Технічні можливості верстата забезпечують високу продуктивність і точність при будь-якому типі виробництва : від одиничного і досвідченого до великосерійного.

Відмінні риси: Верстат має термостабільну конструкцію яка забезпечує стабільну роботу верстата незалежно від змін температури навколишнього середовища. За рахунок цього верстат володіє підвищеною жорсткістю і прецизійної точністю, і надійно працює як при чорновий, так і при чистової обробки.

Технічні характеристики:

Виробник	OKUMA (Японія)
Модель	MULTUS B 400 W
Операції	токарна, свердлильна, різьбонарізна,

	фрезерна
Система керування	OSP-P200L
Макс. діаметр точіння над супортом	710 мм
Макс. оброблюємий діаметр	710 мм
Макс. відстань між центрами мм	1550 мм
Діскретність завдання поворота інструмента по осі В	0,001°
Діскретність завдання поворота головного шпинделя по осі С	0,001°
Переміщення інструмента по осі Х	690 мм
Переміщення інструмента по осі Y	230 мм (±115 мм)
Переміщення інструмента по осі Z	1545 мм
Діапазон поворота інструмента по осі В	-30°/+195°
Переміщення задньої бабки по осі Z	1550 мм
Швидкість подачі інструмента по осі Z	0,001 - 1000 мм/об
Швидкість подачі інструмента по осі Х	0,001 - 1000 мм/об
Швидкість подачі інструмента по осі Y	0,001 - 1000 мм/об
Швидкість холостих подач інструмента по осі Х	40 м/хв
Швидкість холостих подач інструмента по осі Y	26 м/хв
Швидкість холостих подач інструмента по осі Z	40 м/хв
Швидкість поворота інструмента по осі В	30 об/хв
Швидкість поворота головного шпинделя по осі С	200 об/хв
Частота обертання/вращения токарно-фрезерного шпинделя	50-6000 об/хв

Частота обертання головного шпинделя	38-3800 об/хв
Кількість ступеней швидкостей головного шпинделя	2
Тип хвостовика головного шпинделя	A2-8
Діаметр прохідного отвору головного шпинделя	80 мм
Діаметр інструмента з порожніми/зайнятими сусідніми позиціями	130 мм/ 90 мм
Максимальна довжина інструмента	400 мм
Розміри перерізу державки інструмента	25x25 мм
Діаметр державки інструмента	40 мм
Максимальна маса інструмента	10 кг
Кількість мест в інструментальному магазині	20
Інструментальна оснастка	HSK-A63
Максимальный крутящий момент главного шпинделя	700 Нм
Номинальный крутящий момент инструмента	477 Нм
Максимальный крутящий момент токарно-фрезерного шпинделя	85 Нм
Номинальный крутящий момент токарно-фрезерного шпинделя	58 Нм
Максимальная мощность привода вращения главного шпинделя	22 кВт
Номинальная мощность привода вращения главного шпинделя	15 кВт
Максимальная мощность привода вращения контршпинделя	22 кВт (20 хв.)
Номинальная мощность привода вращения контршпинделя	15 кВт
Мощность привода подач инструмента по оси X	5,5 кВт
Мощность привода подач контршпинделя по оси Z	3,3 кВт
Мощность двигателя насоса системы охлаждения	2,2 кВт
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В)	6270x2585x3050 мм
Масса станка	15000 кг
Транспортные габаритные размеры станка (Д x Ш x В)	4925x2300x2285 мм

Операція 015, 025, 035. Haas VF-1



Ось X, мм	508,
Ось Y, мм	406.
Ось Z, мм	508,
Расстояние от переднего торца шпинделя до стола (~ макс.), мм	610,
Расстояние от переднего торца шпинделя до стола (~ мин.), мм	210,
Максимальная мощность, кВт	22.4,
Максимальная скорость, об/хв	8100,
Максимальный крутящий момент ,Нм	122 при 6000 об/хв,
Система привода	nline Direct-Drive,
Конус	CT or BT 40,
Длина, мм	660,
Шитина, мм	356,
Ширина Т-образных пазов, мм	16,
Расстояние по центру Т-образных пазов, мм	125,
Количество стандартных Т-образных пазов	3,
Максимальный вес на столе (равномерно распределенный),кг	1361,
Резание на максимальную глубину, мм/хв.	16.5,
Ускоренные перемещения по оси X,Y, Z ,мм/хв.	25,4,
Максимальное осевое усилие по оси X, Y, Н	11343,
Максимальное осевое усилие по оси Z, Н	18683,
Максимальный диаметр инструмента (полный), мм	89,

Операція 005 Okuma MA-400 HB



Горизонтально-фрезерні обробні центри серії МА-Н II призначені для комплексної обробки деталей з різних матеріалів, в тому числі і високолегованих, загартованих сталей з твердістю поверхні HRC 54-62. Технічні можливості верстатів забезпечують високу продуктивність і точність при будь-якому типі виробництва: від одиничного і досвідченого до великосерійного. За рахунок використання пристрою зміни палет (2, 6, 10, 12) верстати серії МА-Н II дозволяють максимально автоматизувати виробництво і значно знизити вплив людського фактора при серійному виробництві деталей.

Розмір поддону, мм	400x400,
Допускаєме навантаження на стіл, кг	400,
Величина переміщень по робочим осям (X/Y/Z), мм	560,610,625,
Швидка подача (X/Y/Z), м/хв	60,
Максимальний розмір заготовки (Ø x Y), мм	Ø 600x710,
Швидкість обертів шпинделя, хв ⁻¹	800,
Потужність шпинделя, кВт	15,
Конус шпинделя	BT40,
Ємкість інструментального магазину	40

Okuma LU-S1600



Макс. діаметр обточки Ø [мм]	160
Макс. довжина деталі [мм]	480, 550, 1,000
Швидкість основного шпинделю [хв ⁻¹]	4000
Кількість інструментів Upper / Lower:	6
Двигун (VAC) [кВт]	11/7.5
Прискорення подача [м/хв]	X: 20 / Z: 30
Площа для встановлення [мм]	2,440 x 1,980

6. Оцінка спроектованих технологічних процесів.

Використання верстатів з ЧПК вказаних в техпроцесах №1 та №2 дозволяють значно з'економити допоміжний оперативний час автоматичної роботи та допоміжний час зв'язаний з операцією, встановлення та зняття заготовки, налагодження пристосування, введення координат та режимів різання.

Розрахунки норм часу обробки показують, що оновлений техпроцес №2, розроблений з використанням технологічних можливостей верстата OKUMA Multus B400 W порівняно з верстатом Haas ST-10 більш економічний. Зменшення часу виготовлення одиниці продукції порівнянно з техпроцесом №1 досягається за рахунок зменшення операцій в наслідок застосування верстатів іншої компоновки (інструментальна головка має привід обертання інструментів, що дозволяє об'єднувати токарні, свердлильні та фрезерні операції), зменшення допоміжного оперативного часу автоматичної роботи та допоміжного часу, що не перекривається часом обробки деталі.

7. Висновки

В процесі виконання роботи було виконано наступне:

- розглянути загальні принципи компонування верстатів з ЧПК, вплив компоновки верстата на його точність, собівартість обробки, динамічну жорсткість пружної механічної системи верстата і запас стійкості,
- надані рекомендації по підвищенню ефективності використання верстатів ЧПК: доцільність виготовлення деталей складної конфігурації на верстатах з ЧПК, необхідність використовувати багатомісних пристосувань, вживання раціональної системи технічного обслуговування, врахування часів позиціювання, зміни інструменту, повороту столу, що дозволить правильно призначати послідовність обробки поверхонь та т.д.
- розроблен технологічний процес обробки обраної корпусний деталі, розроблена операційної технології (режимів різання та технічного нормування часу обробки).
- проведена оцінка спроектованих технологічних процесів, та обран найбільш ефективний.

8. Література

1. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов/ А. А. Гусев, Е. Р. Ковальчук, И. М Колесов, Н. Г. Латышев, В. А. Тимирязев, Д. В. Чарнко. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.: ил.
2. Великанов К.М. Определение экономической эффективности вариантов механической обработки деталей. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1971. - 240 с.
3. Довідник технолога-машинобудівника в 2-х томах. Під ред. А.Г. Косиловой і Р.К. Мещерякова - 4-і изд. перероблене й доповнене - М.: Машинобудування. 1986р. - 656 с.
4. Горбацевич А.Ф. Шкред В.А. Курсове проектування по ТМС. - Мінськ: Вища школа. 1983 р. -256 с.
5. ГОСТ 2.316-68. Правила нанесення на кресленнях написів, технічних вимог і таблиць.
6. Обробка металів різанням. Довідник технолога. Під реакцією канд. техн. наук Монахова.
7. Загальмашинобудівні нормативи часу й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПУ. Частина 1. Нормативи часу.: М.: Економіка. 1990р. - 206с.
8. Загальмашинобудівні нормативи часу й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПУ. Частина 2. Нормативи режимів різання.: М.: Економіка. 1990р. - 474 с.

Розроблення стартап-проекту модернізації техпроцесу виготовлення виробу «Корпус»

Розділ магістерських дисертацій «Розроблення стартап-проекту» присвячено реалізації першого етапу розроблення стартап-проекту, а саме висвітленню маркетингових аспектів створення стартапу: відбору ідей, створенню концепції продукту, визначення перспектив ринкової реалізації проекту та розроблення маркетингової стратегії. Розділ є завершальною частиною магістерської дисертації і виконується у вигляді оцінювання можливостей та формування заходів із ринкового впровадження інноваційних пропозицій магістранта.

Метою розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатностей щодо оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних розробок, сформованих у попередній частині магістерської дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів.

Завдання розділу полягає в маркетинговому аналізі перспектив реалізації запропонованих магістрантом науково-технічних рішень та пропозицій, оцінювання можливостей їх ринкового впровадження.

Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Таблиця 1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямок застосування	Вигоди для користувача
1	Промисловість	Виготовлення виробів з металу та сплавів методом зварювання та механічної обробки.
2	Металообробка	
3	Атомна промисловість	

Таблиця 2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Мій проект	(потенційні) товари/концепції конкурентів	W	N	S
1	Економічні	Металобробка	Металобробка	+	-	-
2	Призначення (технічні)	Металобробка	Металобробка	+	-	-
3	Надійності	Дуже добре	Добре	+	-	-
4	Технологічні	Дуже добре	Добре	+	-	-
5	Ергономічні	Надійний процес обробки	Значний допоміжний час	+	-	-
6	Органолептичні	Дуже добре	Добре	+	-	-
7	Естетичні	Дуже добре	Не нове	+	-	-
8	Транспортабельності напівфабрикатів	Легко	Добре	+	-	-
9	Екологічності	Шкідливі фактори (COP)	Шкідливі фактори (COP)	-	-	-
10	Безпеки	Дуже добре	Добре	+	-	-

Таблиця 3. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ ум.од	1000
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та	
6	Середня норма рентабельності в галузі %	20

Таблиця 7.4. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Корпус запірного клапана	Атомні станції	Обробка на універсальному обладнанню зварювання	До виробу: точність, якість. До компанії: виготовлення в срок продукції

Таблиця 7.5. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Якість	Неякісне виготовлення	Відмова
2	Точність	Невідповідність Вимогам креслення	Відмова

Таблиця 7.6. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція
1	Економічність	Заміна стандартного метода виготовлення корпусу	Виготовлення корпусу дешевше
2	Якість	Якісна обробка	
3	Простота	Зменшується вимоги до людського фактора (вимірювання, встановлення, кріплення)	Швидкість виготовлення зростає
4	Конструкторський	Поліпшення конструкції виробу	

Таблиця 7.7. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
			Визначити фактори сили постачальників	Визначити фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновки:	+	+	+	-	-

Таблиця 7.8. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Простота обробки	Потрібна менша точність для виготовлення
2	Економічність	Потрібно менше працівників, верстатів витратні матеріали дешевше.

Таблиця 7.9. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «назва проекту»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ПрАТ «КІКБА»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Якість виробу	12	-	-	-	-	+	-	-
2	Економічність	10	-	-	-	+	-	-	-
3	Простота виготовлення		-	-	+	-	-	-	-

Таблиця 7.10. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Економічність; точність, ергономічність.	Слабкі сторони: великі початкові витрати
Можливості: дешевість виробу	Загрози: не відповідність вимогам

Таблиця 7.11. Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Атомна пр-сть	Висока	Низький	Низька	Висока

Таблиця 7.12. Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту Стратегія охоплення	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Якість	Висока	Невисокі	Дешевизна продукції.

Таблиця 7.13. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першо-прохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати	Чи буде компанія копіювати основні характеристики	Стратегія конкурентної поведінки*
Ні	Як і шукати так і забирати існуючих	Так. Виготовлення заготовок. Пошук матеріалів, оновлення парку верстів	

Таблиця 7.14. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Корпус запірного клапана	Якість та точність	Дешевизна продукції

Таблиця 7.15. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Запірний клапан		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1.		
	2.		
	Сертифікати випробувань		
	Без пакування		
	Марка:		
III. Товар із підкріпленням	До продажу		
	Після продажу		
Технологія зварювання			

Висновок: заміна стандартних методів обробки на універсальному обладнанні та виготовлення запірного клапану є доцільною оскільки зменшує кількість працівників, потрібна менша кваліфікація, зменшується час обробки. Точність та надійна якість виготовлення конструкції. Зменшення точності виготовлення заготовок. Та головне дешевизна виробу.